



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

SCUOLA DI DOTTORATO IN SCIENZE  
MORFOLOGICHE, FISILOGICHE E DELLO SPORT

DIPARTIMENTO DI SCIENZE BIOMEDICHE PER LA SALUTE

DOTTORATO DI RICERCA IN SCIENZE MORFOLOGICHE  
XXV CICLO BIO/16

**ACCRESIMENTO CORPOREO  
E CAPACITÀ COORDINATIVE  
NEI BAMBINI DELLA SCUOLA PRIMARIA**

Marta Benedetta Viani  
Matr. R08714

TUTOR: Prof.ssa Chiarella Sforza

COORDINATORE: Prof.ssa Laura Vizzotto

A.A. 2011-2012

## **BODY GROWTH AND COORDINATION SKILLS IN PRIMARY SCHOOL CHILDREN.**

A longitudinal investigation on body growth in primary school children was performed during a 2yr life span. Body sway and eye-hand coordination were also studied in cross-sectional investigations. On October 2009, weights and standing heights of 261 (116 girls; 145 boys), 261 (116; 145), and 253 (108; 145) respectively 6, 7, and 8yr-old primary school-children were measured in Voghera (Pavia, Italy). Body Mass Indices (BMI) were calculated. The measurements were repeated 1 and 2 years later. For each age group, descriptive statistics of each parameter were computed within age, sex and session of measurements. Comparisons were performed by ANOVA (F1, factor 1, sex; F2, factor 2, age; F1×F2 interaction). Statistical significance was set at 5% for all comparisons. Frequencies and percentages of school-children relatively under (<3<sup>rd</sup> percentile), and overweight (>97<sup>th</sup> percentile) were computed, while comparing BMI to reference data for Italian children (1, 2).

On average, weight, height, and BMI were larger in boys than in girls. Differences between sexes were significant (F1,  $p<0.001$ ) in 8yr-old group. Boys and girls significantly grew with age (F2,  $p<0.001$  for all comparisons). In 6yr-old group, the effects of age on height increments were larger in boys than in girls (F1×F2 interaction,  $p=0.017$ ). In the 6 and 8yr-old groups, overweight was more frequent in boys than in girls. In the 6yr-old group, underweight was more frequent in girls than in boys, and increased with age. In the 7 and 8yr-old groups, this distribution decreased with age in both boys and girls.

School-based anthropometric investigations represent a useful approach to address children and their families to correct life habits. Further investigations on this matter should be extended to adolescents, and prolonged as much as possible.

The postural sways of 337 boys and 355 girls in bipedal standing position were measured. All participants had normal or corrected to normal vision. On week-days, they performed a standardized 30sec postural test (PT) on a portable baropodometrical platform (Winpod, Medicauteurs, Toulouse, F). Length and area variations of the center of foot pressure (COP) position during time were measured. Latero-lateral (LLV) and antero-posterior (APV) velocities of COP were also assessed. PT was performed with open and closed eyes. Descriptive statistics of each postural parameter were computed within sex, age, and visual conditions (open, closed eyes). Comparisons were performed by ANOVA.

In both sexes, body sways were larger with closed than with open eyes, and decreased with age ( $p<0.01$ , for all comparisons). In both visual conditions, boys swayed more than girls ( $p<0.01$ , for all comparisons). The age-related differences of body sways were similar in boys and in girls, either with open or with closed eyes (sex × age interaction,  $p > 0.05$  for all comparisons).

The ability to maintain balance in standing position significantly improved with age. Postural control should be particularly pursued to favor the learning of several motor skills. The sex related differences should be studied more in detail, investigating also the effects of physical and sport activities. The detection of balance impairments could contribute to the diagnostic evaluation of neuromotor disorders in children, and could allow the intervention of a proper rehabilitation program. Further investigations into this matter could be performed in children younger than those participating in the present study.

The accuracy of underhand ball-throwing task was studied in 538 girls and 583 boys with normal or corrected-to-normal vision aged 6-10 yr. A standardized underhand ball-throwing test (UBT), consisting in 10 underhand tennis ball throws into the floor area delimited by a 40 cm radius wooden hoop lying on the floor 9 m apart the standing pupil, was performed and scored. Descriptive statistics of UBT scores were calculated within age and sex group. Correlation coefficients were calculated between UBT scores and anthropometric variables (body mass, standing height, BMI). The effects of age and sex on UBT scores were compared by ANOVA (factor 1, sex; factor 2, age; sex x age interaction). UBT scores significantly increased with age ( $p=0.003$ ). Boys obtained larger UBT scores than girls of the same age ( $p=0.002$ ). The age-related differences of UBT scores were similar in boys and girls ( $p>0.05$ ). In both sexes, UBT scores were significantly related to body mass ( $p<0.05$ ) and standing height ( $p<0.01$ ). No relations between BMI and UBT scores were found ( $p>0.05$ ).

*Alla mia Famiglia.*

*Ai Maestri incontrati in questi anni:  
giganti che mi hanno permesso  
di salire sulle loro spalle  
e percorrere questa strada insieme.*

*La sapienza è radiosa e indefettibile,  
facilmente è contemplata da chi l'ama  
e trovata da chiunque la ricerca.*

*Sapienza 6: 9-12*

## **INDICE**

### **ABSTRACT:**

BODY GROWTH AND COORDINATION SKILLS IN PRIMARY SCHOOL CHILDREN	2
--	---

INDICE	5
--------	---

<b>1.0 INTRODUZIONE</b>	7
-------------------------	---

1.1 L'ANTROPOMETRIA	7
---------------------	---

1.1.1 IL BMI-BODY MASS INDEX	12
------------------------------	----

1.2 IL SOVRAPPESO E L'OBESITÀ	15
-------------------------------	----

1.2.1 EPIDEMIOLOGIA DI SOVRAPPESO E OBESITÀ	16
---	----

1.2.2 IN ITALIA: L'OBESITÀ NELLA FASE DI ACCRESCIMENTO	19
--	----

1.3 LA POSTURA E L'EQUILIBRIO	21
-------------------------------	----

1.4 LA COORDINAZIONE OCULO-MANUALE	24
------------------------------------	----

1.5 LE FASI DELLO SVILUPPO DELLE FUNZIONI IN ETÀ EVOLUTIVA	27
--	----

<b>2.0 ACCRESCIMENTO CORPOREO E CAPACITÀ COORDINATIVE NEI BAMBINI DELLA SCUOLA PRIMARIA</b>	29
---	----

### 2.1 ACCRESCIMENTO CORPOREO IN ETÀ SCOLARE:

ANALISI LONGITUDINALE TRA I 6 E GLI 8 ANNI	29
--	----

2.1.1 INTRODUZIONE	29
--------------------	----

2.1.2 MATERIALI E METODI	30
--------------------------	----

2.1.3 VALUTAZIONE DEI DATI ANTROPOMETRICI	30
---	----

2.1.3.1 Antropometria	30
-----------------------	----

2.1.3.2 Statura	31
-----------------	----

2.1.3.3 Il BMI-Body Mass Index	32
--------------------------------	----

2.1.4 ANALISI STATISTICA DEI RISULTATI	33
--	----

2.1.5 RISULTATI	33
-----------------	----

2.1.5.1 Antropometria	33
-----------------------	----

2.1.6 DISCUSSIONE	36
-------------------	----

<b>2.2 OSCILLAZIONE POSTURALE:</b>	
INDAGINE BAROPODOMETRICA TRASVERSALE NEI BAMBINI DI 6-10 ANNI	38
2.2.1 INTRODUZIONE	38
2.2.2 MATERIALI E METODI	38
2.2.2.1 Il BMI-Body Mass Index	38
2.2.2.2 La baropodometria	39
2.2.2.2.1 Il Test posturale	40
2.2.2.3 Test Eurofit: il Flamingo Balance Test	41
2.2.3 ANALISI STASTISTICA DEI RISULTATI	43
2.2.4 RISULTATI	43
2.2.4.1 Antropometria	43
2.2.4.2 Baropodometria	45
2.2.4.3 Flamingo Balance Test	48
2.2.5 DISCUSSIONE	50
 <b>2.3 COORDINAZIONE OCULO-SEGMENTARIA: INDAGINE TRASVERSALE</b>	 52
2.3.1 INTRODUZIONE	52
2.3.2 MATERIALI E METODI	52
2.3.2.1 Il BMI-Body Mass Index	52
2.3.2.2 Il test di coordinazione oculo-manuale	52
2.3.3 ANALISI STATISTICA DEI RISULTATI	54
2.3.4 RISULTATI	54
2.3.4.1 Antropometria	54
2.3.4.2 Coordinazione oculo-manuale	56
2.3.5 DISCUSSIONE	58
 <b>3.0 CONCLUSIONI</b>	 60
 <b>BIBLIOGRAFIA</b>	 62
SITOGRAFIA	71
RINGRAZIAMENTI	72

## 1.0 INTRODUZIONE

È ormai ritenuto un dato certo che le caratteristiche antropometriche dell'uomo rappresentano un importante indicatore del suo stato di salute e che, in particolare nell'età evolutiva, l'attività motoria svolge un ruolo preventivo fondamentale sia per lo sviluppo armonico delle funzioni (motorie e cognitive) sia per la prevenzione dell'instaurarsi di situazioni dannose quali sovrappeso e obesità.

L'accrescimento corporeo e le capacità motorie rappresentano due importanti aspetti di valutazione nei soggetti in età evolutiva. In letteratura esistono numerosi studi che hanno come oggetto la valutazione antropometrica e motoria sin dai primi anni di età fino al periodo adolescenziale (Aires et al., 2010; Sallis et al., 2000).

### 1.1 L'ANTROPOMETRIA

Con il termine "Antropometria" (dal greco *anthropos* "uomo", e *metron* "misura") si intende l'investigazione statistica dei caratteri dei gruppi umani, siano essi misurabili ("quantitativi", come il peso, la statura, le dimensioni della testa, la frequenza del respiro, la durata della vita, ecc.) o classificabili ("qualitativi", come il colore degli occhi, la forma dei capelli, il profilo del naso, ecc.) allo scopo di conoscerne le intensità o le modalità, quando è possibile comprenderne i reciproci nessi, ed eventualmente risalire alle cause da cui quelle e questi dipendono.

L' antropometria è una scienza recente che, con l'antropologia, trae origine da tradizioni antichissime.

Per comprenderne la formazione e lo sviluppo, bisogna rifarsi, da un lato, a certe antiche forme di attività pratiche, che implicavano l'osservazione sistematica dei caratteri umani, dall'altro, a certe dottrine che traevano origine dallo studio scientifico di essi.

Ricorderemo l'antichissima pratica, ancora oggi in uso, di misurare la statura degli uomini, per giudicare la loro idoneità alle armi, a cui, per testimonianza di Vegezio, si uniformarono anche i Romani. Analogamente nell'antico Egitto, si trovano numerosissime tracce nei papiri di epoca greco-romana (sec. III a.C- IV d. C.) di descrizioni dei tratti principali dei partecipanti ad atti pubblici o contratti. Si presume che ciò avvenisse probabilmente a scopo di identificazione. Infatti in essi si evidenziavano età, statura, colore della pelle, capigliatura, conformazione del viso, forma del naso, colore degli occhi, forma delle orecchie, presenza e caratteristiche della barba e segni particolari.

Un aspetto correlato all'antropometria è rappresentato dalla fisiognomica o fisiognomica o fisiognomia o fisiognomonia. Questa è una disciplina pseudoscientifica che si prefigge di dedurre i caratteri psicologici e morali di una persona dal suo aspetto fisico, interpretando soprattutto i lineamenti e le espressioni del volto. Il termine deriva dalle parole greche “physis” (natura) e “gnosis” (conoscenza).

A partire dal XVI secolo, questa disciplina godette di una certa considerazione tanto da essere insegnata nelle università. Secondo gli studiosi del tempo infatti, tutto il sapere umano si basava sulla fisio-gnomica derivata dalla fisio-nomia estetica della realtà.

Riferimenti a relazioni tra l'aspetto di una persona e il suo carattere risalgono all'antichità e si possono rinvenire in alcune antiche poesie greche. Il filosofo Aristotele, nel IV secolo a.C., si riferiva spesso a questo tipo di teorie anche con citazioni letterarie. Lo stesso Aristotele concordava con tali teorie, delle quali si trovano testimonianze in numerosi suoi passi.

Il primo trattato sistematico sulla fisiognomica giunto fino ad oggi è il volumetto “Physiognomica” attribuito ad Aristotele, ma più probabilmente frutto della sua scuola. Esso è diviso in due parti, pertanto si presume che origini da due opere distinte. La prima sezione tratta in particolare del comportamento umano, trascurando quello animale.



La seconda sezione si occupa invece del comportamento animale. Corrispondenze tra l'aspetto umano e il comportamento sono state tratte dall'analisi di questo testo.

Dopo Aristotele, i trattati più importanti dell'età antica sono quelli redatti in greco da Polemone di Laodicea (*“De Physiognomonía”*, II secolo a.C.) e da Adamanzio il Sofista (*“Physiognomica”*, IV secolo d.C.); a questi si aggiunge la produzione in latino del *“De Physiognomonía”* (IV secolo d.C.) a cura di un autore Anonimo.

In epoca moderna, il principale esponente della fisiognomica è stato il pastore svizzero Johann Kaspar Lavater (1741-1801). Il suo saggio *“L'arte di studiare la fisionomia”* risale al 1772, e fu pubblicato per la prima volta in tedesco. Esso divenne in breve molto popolare, tanto da essere tradotto prima in francese e poi in inglese. A questo seguirono i *“Frammenti fisiognomici”*, redatti nel periodo 1774-1778.

Le principali fonti a cui si ispirò Lavater furono gli scritti di Giambattista Della Porta (1535-1615) e quelli del fisico e filosofo inglese Thomas Browne (1605-1682), autore del *“Religio medici”*. In questo lavoro, Browne discuteva della possibilità di dedurre le qualità interne di un individuo dall'aspetto esteriore del viso.

Le sue personali convinzioni sulla fisiognomica furono successivamente confermate nell'opera *“Christian Morals”*, databile intorno al 1675.

Browne si ispirò ad alcuni scritti di Giambattista Della Porta, tra cui *“Della celeste fisionomia”* e *“De humana physiognomia”* (1586).

La popolarità della fisiognomica crebbe durante il XVIII e il XIX secolo, trovando nuovo vigore negli studi del celebre antropologo e criminologo italiano Cesare Lombroso (1835-1909), esponente del Positivismo scientifico e pioniere dell'antropologia criminale.

Negli anni, la fisiognomica influenzò anche altri campi culturali diversi da quello scientifico, come ad esempio la letteratura. Honoré de Balzac, Charles Dickens, Thomas Hardy e Charlotte Brontë ne furono particolarmente affascinati, traendone spunto per l'attenta

descrizione dei volti e delle caratteristiche corporee e comportamentali dei personaggi dei loro romanzi.

La letteratura e le arti figurative delle grandi civiltà antiche: indiana, egizia, greca, romana, riconobbero nel corpo umano le leggi di proporzione e se ne servirono nelle rappresentazioni plastiche. Altrettanto fecero i pittori e gli scultori medievali e moderni.

Per citare solo alcuni italiani, si ricorda: il canone della scuola giottesca, descritto da Cennino Cennini, e quelli, più celebri, del Rinascimento, di Leon Battista Alberti, Leonardo da Vinci (Fig. 1.1), Agnolo Fiorenzuola. Tuttavia, con la rivoluzione scientifica dei secoli XVI e XVII, sorge e si afferma una storia naturale dell'uomo. L'investigazione sistematica dei suoi caratteri diventa fine a se stessa. Nel contempo, l'antropometria diviene disciplina autonoma nel sec. XIX ad opera del belga Adolfo Quételet (1796-1874), considerato il creatore della moderna metodologia statistica. Già sostanzialmente contenuta nella celebre "Opera sull'uomo" (1835), e specialmente nell'ultima parte dedicata alla teoria dell'uomo medio, rielaborata nel rifacimento della stessa opera del 1869, riceve il nome e uno sviluppo sistematico nell'"*Anthropométrie*" del 1870. Col Quételet, si realizzano la convergenza e la sintesi delle correnti tradizionali, permettendo agli antropologi di trarne in breve vigorosi sviluppi.

L'interesse per lo studio delle misure del corpo umano nasce prevalentemente nell'ambito delle arti figurative derivate da studi scientifici e trova espressione più recente anche nelle forme artistiche di pittura e scultura (Fig. 1.2).

Attualmente, l'antropometria ha trovato applicazione e sviluppo nella valutazione delle misurazioni per lo studio della popolazione, allo scopo di prevenire l'insorgenza di situazioni limite quali: sottopeso, sovrappeso e obesità, in tutte le fasi della vita dell'uomo.

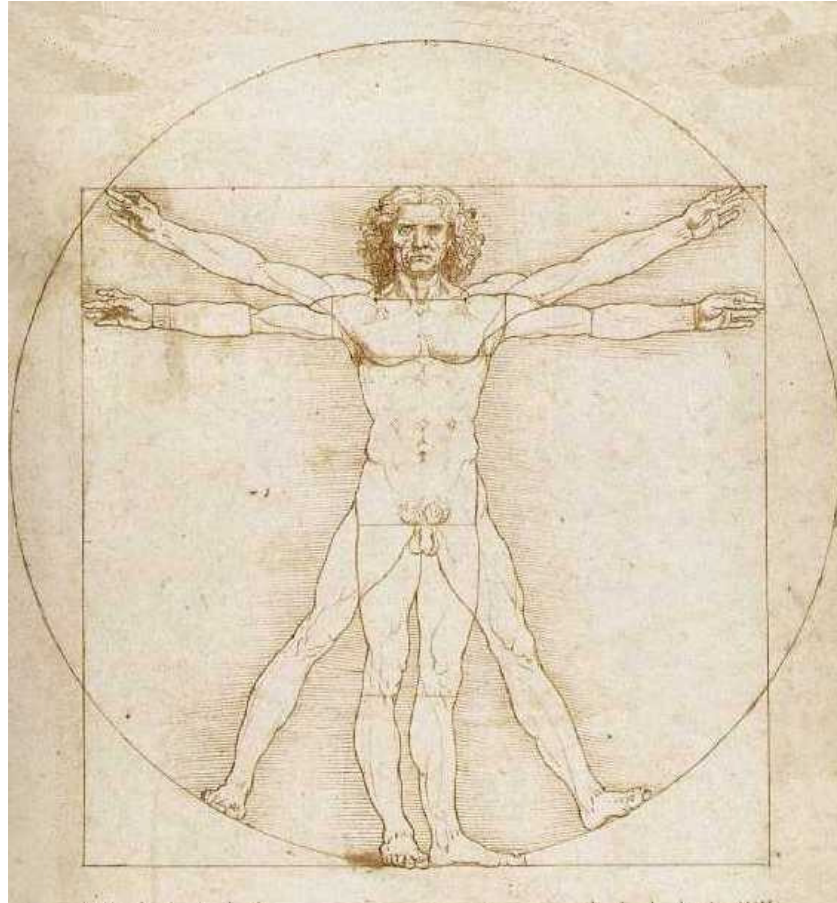


Fig. 1.1 L'uomo vitruviano. Leonardo da Vinci, 1490



Fig. 1.2 Fernando Botero. Una familia (1989) e Pedrito (1975).

### 1.1.1 IL BMI-BODY MASS INDEX

Le misurazioni dei dati antropometrici accompagnano la vita dell'uomo, già prima della sua nascita, per monitorarne i caratteri di sviluppo, fino all'età senile. In particolare, i due dati fondamentali rappresentati dal peso e dalla statura, adeguatamente messi in relazione, consentono di definire un indice utile per valutare la distribuzione della massa corporea sull'intera figura umana. Tale indice è noto come Indice di Massa Corporea (IMC) o Body Mass Index (BMI) ed è fornito dal rapporto fra il peso di un soggetto e il quadrato della sua statura ( $\text{Kg/m}^2$ ).

Riguardo all'incremento secolare della dimensione corporea (Sanna, 2002), secondo alcuni Autori si noterebbe, in genere, una tendenza all'aumento dell'indice di massa corporea, ovvero si noterebbe un incremento della corpulenza; altri Autori rileverebbero una situazione inversa, ovvero una tendenza a mostrare una complessione corporea più magra (Eveleth e Tanner, 1990; Malina, 1990); infine secondo Cernerud e Lindgren (1991) i ragazzi di Stoccolma di 10 e 13 anni di età, di entrambi i sessi, presenterebbero un BMI pressoché identico nei valori medi confrontando le coorti nate negli anni 1933, 1943, 1953 e 1963.

È stato stimato che nel 2000 circa 3,2 miliardi di persone abbiano vissuto in ambienti urbani. Dal 1800 al 2000 la popolazione mondiale avrebbe avuto un incremento pari a 6,4 volte, mentre la popolazione delle aree urbane avrebbe avuto un incremento di 128 volte.

Questa vera e propria rivoluzione della distribuzione delle popolazioni negli ambienti di vita comporta delle profonde modificazioni non solo in termini socio-economici, culturali e demografici, ma anche dal punto di vista dell'accrescimento corporeo e delle caratteristiche antropometriche.

Nelle società industrializzate, è stata da tempo osservata sia un'accelerazione nei ritmi di accrescimento sia una statura più elevata tra gli individui urbani rispetto a quelli rurali (Gavrilovic, 1983; Eveleth e Tanner, 1990; Greil, 1991; Demoulin, 1998).

Questa differenza risulterebbe più marcata nei paesi industrializzati economicamente meno avanzati (Bielicki e Waliszko, 1991). Gli individui di estrazione urbana sarebbero inoltre, mediamente più alti e più longilinei, rispetto a quelli rurali (Greil, 1991).

Dato che il BMI è considerato un buon indicatore dello stato nutrizionale, si deduce che qualora i soggetti coevi siano in simili condizioni nutrizionali, non esistano delle differenze antropometriche tra gruppi di bambini, provenienti da contesti abitativi differenti, come riferito da Floris e Sanna (1998) nello studio riguardante i bambini in Sardegna.

Diversamente non sono emerse differenze significative fra i bambini residenti nella città dell'Aquila e quelli della sua provincia (Toselli et al., 1996; Toselli e Gruppioni, 2001).

Vi sono numerosi fattori che influenzano l'incremento secolare, che è la risultante di una serie complessa di fenomeni che agiscono sull'adattabilità umana sia in termini fenotipici sia microevolutivi (Wolanski, 1985; Susanne e Bodzsar, 1998). Poiché lo sviluppo fisico dipende dall'interazione tra substrato genetico ed ambiente, le differenze riscontrate nelle variazioni secolari, sia nell'ambito di una stessa popolazione sia tra le popolazioni, sono da ascrivere sia a differenze del loro corredo genetico sia a differenti condizioni ambientali (Gynesis, 1980; Floris e Sanna, 1998).

I fattori influenzanti l'incremento secolare possono essere fondamentalmente individuati all'interno di alcuni tipi di fenomeni (Wolanski, 1980): i cambiamenti delle condizioni di vita e i movimenti migratori.

I cambiamenti delle condizioni di vita stimolano delle risposte di adattamento fenotipico: esiste una difficoltà oggettiva, considerata la correlazione esistente tra le diverse variabili dei sistemi socio-economico-ambientali (Furukawa, 1982), nell'individuare quale sia l'apporto dei singoli fattori al fenomeno dell'incremento secolare (Olivier et al., 1977; Facchini e Gualdi-Russo, 1982; Floris e Sanna, 1998).

Tra le relative cause influenzanti l'incremento secolare svolgerebbero una parte rilevante (Wolanski, 1980; Cetti et al., 1988; Susanne e Bodzsar, 1998):

- a) i mutamenti nutrizionali (soprattutto l'incremento dell'assunzione di proteine animali);
- b) l'innalzamento dei livelli culturali ed educativi che diffondono una sempre più appropriata cura della prole;
- c) le migliorate condizioni del servizio sanitario e delle condizioni igieniche. Queste infatti contribuiscono ad abbreviare la durata delle malattie che inibiscono lo sviluppo dell'organismo e che incidono sullo sviluppo finale.

Aspetti che possono essere messi in relazione con la variabilità del peso del neonato e con la velocità di accrescimento di questo sono rappresentati da: reddito, ordine di genitura, riduzione del numero medio di figli per famiglia. In particolare si è notato che le probabilità di accrescersi più velocemente, raggiungendo quindi una statura elevata, sono maggiori nei bambini che alla nascita hanno madri di età media compresa tra 25 e 32 anni e padri di 30-35 anni (Wolanski, 1980, 1985; Demoulin, 1998).

Diversi Autori hanno suggerito che l'incremento secolare della statura sia strettamente correlato con la mortalità perinatale ed infantile (Olivier, 1980; Wolanski, 1988; Sobral, 1990; Floris e Sanna, 1998). La valutazione della concordanza tra le variabili suddette è plausibile in quanto i tassi di mortalità perinatale ed infantile sono considerati dei validi indicatori delle condizioni socio-economiche ed igieniche delle popolazioni (Corchia et al., 1979; Cetti et al., 1988). Floris e Sanna (1998) hanno riportato che esiste nella popolazione sarda una correlazione inversa tra tasso di mortalità perinatale ed infantile ed incremento della statura dei coscritti alla visita di leva (nati 1929-1965).

Un altro aspetto preso in considerazione è quello dei movimenti migratori. Infatti gli individui che migrano da un'area geografica ad un'altra sarebbero generalmente portatori di tratti di "pre-adattamento". I cambiamenti apportati dai flussi migratori sarebbero sia di tipo biologico (apporto di nuovi geni), sia fenotipico fra individui non imparentati (fenomeno

dell'eterosi) (Hulse, 1957, 1981; Schreider, 1968; Nikityuk e Filippov, 1977; Wolanski, 1988, 1980; Floris e Sanna, 1982). Altri Autori reputano inesistente l'effetto da eterosi (Tanner, 1966; Chiarelli, 1977; Helmuth, 1983; Henneberg e van den Berg, 1990; Schmitt et al., 1991).

Comunque, risulta estremamente difficile individuare quale sia il contributo dei singoli fattori all'incremento secolare, poiché ciascuno di essi, sia genetico, sia ambientale, molto probabilmente ha un'intensità variabile nel tempo e nello spazio, e quindi un effetto variabile di interazione con questo complesso fenomeno (Facchini e Gualdi Russo, 1982; Floris e Sanna, 1998).

In sintesi, pur nella diversità con cui il fenomeno dell'incremento secolare si è manifestato in Italia nel tempo e nello spazio, possiamo rilevare nell'ambito dei cambiamenti secolari oltre che un'accelerazione dei processi di maturazione e sviluppo, anche una sostanziale modificazione delle dimensioni corporee e cefaliche delle generazioni attuali rispetto a quelle precedenti coeve e dello stesso sesso. In particolare, sembrerebbe potersi rilevare un rallentamento dell'incremento staturale mentre il peso, nelle ultime decadi, aumenta notevolmente, determinando un aumento della prevalenza del sovrappeso e dell'obesità anche nei soggetti in accrescimento, prospettando così l'insorgenza di un fenomeno preoccupante per i risvolti socio-sanitari e per la vita di relazione dei soggetti affetti (Sanna, 2002).

## 1.2 IL SOVRAPPESO E L'OBESITÀ

Già da alcuni decenni, il sovrappeso e l'obesità, sono stati oggetto di ricerca per valutare lo stato generale di nutrizione e quindi di salute dei soggetti, siano essi in accrescimento o già adulti o in età senile. Il rilievo antropometrico si è rivelato estremamente utile a tale scopo.

### 1.2.1 EPIDEMIOLOGIA DI SOVRAPPESO ED OBESITÀ

L'obesità e il sovrappeso sono condizioni in cui l'aumento del peso è un fattore di rischio per la salute. L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) definisce come "un'epidemia globale" la prevalenza di sovrappeso e di obesità, poiché i casi sono aumentati rapidamente negli ultimi due decenni.

Un soggetto è definito obeso quando presenta un BMI  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup>.

Secondo l'OMS, nel mondo l'obesità riguarda 400 milioni di esseri umani di età superiore ai 15 anni (OMS, 2012).

Dalla prima metà del XX secolo, nei Paesi industrializzati la prevalenza dell'obesità ha iniziato progressivamente ad aumentare. La diffusione ha riguardato inizialmente i Paesi sviluppati, come Stati Uniti ed Europa, ove ormai è divenuta un problema primario di sanità pubblica. Più recentemente, è stato notato un incremento importante delle prevalenze anche in Paesi in via di sviluppo, come Messico, Cina, Thailandia. Nel 1997, l'OMS ha formalmente riconosciuto l'epidemia di obesità come un problema mondiale (Caballero, 2007).

Nel mondo, la prevalenza di obesità in soggetti di età maggiore ai 15 anni in entrambi i sessi, raggiunge i valori più elevati in alcune isole dell'Oceania, come Tonga, Nauru e Cook Islands, nelle quali oltre il 60% della popolazione risulterebbe obeso. Negli Stati Uniti ed in Argentina è obeso rispettivamente il 44,2% e il 37,4% della popolazione maschile. In alcune isole caraibiche e in Giordania la prevalenza di obesità è invece declinata al femminile (50%), come pure in Egitto (circa il 48%). Sempre nelle donne, valori che oscillano intorno al 40% dell'incidenza dell'obesità, si registrano in Paesi dell'America centro-meridionale (Bolivia, Messico, Nicaragua, Cile, Argentina, Perù) (WHO, 2010).

Nella Regione Europea dell'OMS, in molti Paesi la prevalenza dell'obesità è triplicata dagli anni Ottanta del XX secolo ad oggi. Si stima che, nell'intera Regione, l'obesità entro i primi decenni di questo secolo interesserà 150 milioni di adulti, ovvero circa il 20% della



popolazione (Mladovsky et al., 2009). Se si considera la diffusione dell'obesità negli adulti, in base all'aumento dei casi nei Paesi della Regione Europea dell'OMS, in entrambi i sessi i valori più bassi si osservano in Uzbekistan (rispettivamente 5,4% e 7,1%).

Per quanto riguarda gli uomini, le prevalenze maggiori si rilevano in Albania (Tirana) e Regno Unito (rispettivamente, 22,8% e 22%). Anche nelle donne, i valori più alti si registrano in Albania (Tirana, 35,6%), seguita da Regno Unito (Scozia), Israele e Bosnia Erzegovina (26%, 25,8% e 25,2%). Secondo misure antropometriche autoriferite, le prevalenze variano dal 6,4% negli uomini e 5,9% nelle donne in Norvegia al 26,6% negli uomini e 20,4% nelle donne a Malta. Seguono, per quanto riguarda le prevalenze più alte, le popolazioni della Grecia, Ungheria e Regno Unito (Galles). I dati autoriferiti, in genere, tendono a sottostimare la dimensione del fenomeno (Branca et al., 2007)

Le proiezioni per i prossimi 10 anni per alcuni Paesi europei ed extraeuropei (Australia, Austria, Canada, Inghilterra, Francia, Ungheria, Italia, Korea, Spagna, Svezia e Stati Uniti), riferite alla popolazione adulta, indicano due modalità di evoluzione del fenomeno, che si basano sulle recenti tendenze osservate. In Australia, Canada, Inghilterra e Stati Uniti, Paesi considerati storicamente ad alta prevalenza di obesità, è previsto un ulteriore incremento della diffusione, con valori di sovrappeso che invece si manterranno sostanzialmente stabili o in lento declino. In Paesi in cui l'obesità è meno diffusa, come Austria, Francia, Italia e Spagna, si prevede che questa cresca più lentamente, mentre più importante sarà l'aumento dei casi di sovrappeso. Gli autori dello studio, cui queste osservazioni si riferiscono, ipotizzano che questi ultimi Paesi stiano transitando in una fase più precoce della diffusione del fenomeno. Sembra non esserci un pattern uniforme nella distribuzione dell'obesità nei due sessi; globalmente, le prevalenze tendono ad essere più alte nelle donne, anche se questo non si verifica sempre (OECD, 2009).

Le ricerche indicano che nei Paesi a basso reddito vi è un'associazione positiva tra ricchezza e obesità; questa tendenza si appiattisce in quelli a medio reddito, per trasformarsi in

un'associazione negativa nei Paesi più ricchi, dove il rischio di obesità è maggiore nei gruppi socio-economici più svantaggiati.

Inoltre, le evidenze suggeriscono che le differenze osservate nelle diverse classi socio-economiche stanno diventando sempre più ampie. Nei livelli socio-economici più bassi, sembrano essere le donne a maggiore rischio di obesità (ISTAT, 2005).

Disparità nella diffusione dell'obesità sono state evidenziate anche rispetto al livello di istruzione, con prevalenze più alte nei meno istruiti; questa relazione è, particolarmente evidente nelle donne (OECD, 2009).

In particolare per quanto riguarda i bambini e gli adolescenti in età scolare (CCM, 2010), analizzando i dati disponibili dagli anni '80, è stato osservato un incremento della prevalenza dell'obesità in generale nei Paesi industrializzati ed anche, in maniera meno marcata, in alcuni a basso reddito. Le stime per i primi decenni degli anni 2000, indicano che, la prevalenza in bambini e adolescenti, raggiungerà valori compresi tra il 5,3% nella Regione OMS del Sud Est Asiatico e il 15,2% nella Regione OMS America, escludendo la Regione OMS Africa per la quale non sono stati ricavati dati sufficienti per eseguire delle proiezioni (Wang e Lobstein, 2006). Considerando le indagini che hanno rilevato nei Paesi della Regione OMS Europa, la prevalenza di obesità in base a dati misurati nei bambini di varie fasce d'età fino a 11 anni, le percentuali più elevate in entrambi i generi si osservano in Grecia (maschi: 11,2%; femmine: 11,4%), Spagna (maschi: 10,3%; femmine: 10,5%) e Portogallo (maschi: 10,3%; femmine 12,3%). Le percentuali più basse nei maschi si sono osservate in Serbia-Montenegro (3,9%), Francia (3,9%) e Svizzera (4,1%); nelle femmine, in Francia (3,6%), Svizzera (4,0%) e Slovacchia (4,2%) (Branca et al., 2007). Globalmente, nella Regione Europea dell'OMS, si stima che l'obesità nei primi decenni del secolo 2000, interesserà 15 milioni di bambini e adolescenti (il 10% della popolazione) (Mladovsky et al., 2009). Recenti ricerche indicano che in alcuni Paesi, come Svezia, Inghilterra, Irlanda i trend dell'obesità infantile potrebbero aver raggiunto un plateau (Lissner et al., 2010; Boddy et al., 2009; Barron et al., 2009).

In generale, la prevalenza di obesità nei più giovani tende ad essere più alta nei maschi (Mladovsky et al. 2009).

Inoltre è importante sottolineare che i bambini con almeno un genitore obeso hanno una probabilità 3-4 volte maggiore di divenirlo essi stessi. La causa è in parte genetica, ma entrano in gioco anche fattori ambientali, in quanto i bambini tendono ad acquisire gli stili di vita dei genitori quali dieta poco salutare e vita sedentaria (OECD, 2010).

Nei Paesi meno ricchi risultano a rischio soprattutto i soggetti cresciuti in ambienti urbani e in grado di accedere a stili di vita “occidentali” (Wang e Lobstein, 2006).

### 1.2.2 IN ITALIA: L’OBESITÀ NELLA FASE DI ACCRESCIMENTO

In Italia, il sistema di monitoraggio “Okkio alla salute” (Istituto Superiore di Sanità Italiano, 2008; 2010) ha rilevato nel 2008 e nel 2010, insieme ad altre informazioni su dieta, attività fisica e ambiente scolastico, lo stato nutrizionale di un campione di bambini delle classi terze della scuola primaria, (8-9 anni di età), attraverso la misurazione diretta dei dati antropometrici. L’indagine è stata condotta su circa 45.000 bambini nel 2008 e oltre 42.000 nel 2010.

Secondo l’indagine, nel 2008 nel nostro Paese, il 23,6% dei bambini è stato in sovrappeso e il 12,3% obeso. Applicando la stima a tutta la popolazione italiana di 6-11 anni, il numero di bambini obesi in Italia sarebbe perciò circa di 380.000. Le Regioni con le prevalenze più alte di obesità sono la Campania (21%), la Sicilia (17%), la Calabria e il Molise (in entrambe, 16%). I risultati indicano un gradiente in incremento nord-sud nella diffusione dell’obesità, con valori più elevati nei territori dell’Italia meridionale. La prevalenza dell’obesità risulta più alta nei maschi (13,3%) rispetto alle femmine (11,3%). Essa aumenta al diminuire del livello di istruzione della madre: è del 7% nei bambini con madri laureate e del 15,8% nel caso di madri il cui livello di istruzione si ferma alla licenza media o a un titolo di studio inferiore.

L'indagine del 2010 conferma i dati di prevalenza del 2008, con una percentuale di sovrappeso e obesità, rispettivamente, del 23% e 11%.

La diffusione dell'obesità all'età di 11, 13 e 15 anni in Italia è stata fotografata dall'indagine multicentrica internazionale HBSC (Health Behaviour in School-aged Children) a cui l'Italia ha aderito nel 2000 e nei sondaggi successivi (2005/06 e 2009/10) (Currie, 2004; WHO, 2008; 2012). I dati antropometrici raccolti nell'indagine erano autoriferiti. La prevalenza dell'obesità nell'indagine 2005/06 rimane abbastanza stabile nelle tre età considerate:

-11 anni: 3,6%

-13 anni: 2,7%

-15 anni: 2,7%.

Un andamento diverso si è osservato per il problema del sovrappeso. Esso tende a decrescere dagli 11 ai 15 anni. L'obesità, così come il sovrappeso, tende ad essere maggiormente diffusa nei maschi rispetto alle femmine (a 15 anni, la prevalenza di obesità era il 3,5% nei maschi e il 2,0% nelle femmine).

Anche nei giovani adolescenti tra gli 11 ed i 15 anni si evidenzia un aumento dei valori dal Nord (2,0%), al Centro (2,3%) e al Sud (3,9%). Facendo un confronto con i dati dell'indagine "Okkio alla salute" (Istituto Superiore di Sanità Italiano, 2008; 2010) la diffusione dell'obesità nella fascia 11-15 anni risulta inferiore rispetto a quanto emerso per i bambini di 8-9 anni.

Negli ultimi decenni, quindi, è cresciuto il numero di persone con indice di BMI superiore a 25. Se nel 1994 il 32,8% degli italiani era in sovrappeso e il 7,3% obeso, 15 anni dopo la percentuale è salita rispettivamente al 36,1% e al 10,3%.

Le donne sono mediamente più magre degli uomini: sono in sovrappeso o obesi 57 uomini su 100 e soltanto 37 donne su 100 (ISTAT, 2011).

### 1.3 LA POSTURA E L'EQUILIBRIO

Attualmente, per postura si intende la posizione dell'intero corpo e le reciproche posizioni dei segmenti corporei orientati nello spazio. Essa è un'attività dinamica, quindi non si riferisce a una condizione statica, rigida o immobile, ma si identifica, invece, con il concetto più generale di equilibrio, inteso come ottimizzazione del rapporto tra soggetto e ambiente circostante, cioè quella condizione in cui il soggetto stesso assume una postura o un insieme di posture ideali rispetto alla situazione ambientale, in quel determinato momento e per i programmi motori previsti (Sforza et al., 2003; Turci et al., 2003).

La postura può essere definita come una sommatoria di posizioni statiche istantanee, in cui le forze muscolari controllabili dal sistema nervoso centrale sono in grado di opporsi alle modificazioni dei rapporti tra i segmenti corporei che le forze esterne tentano di generare (Boccardi e Lissoni, 1997).

In una buona postura, tutte le componenti muscolari, articolari, scheletriche sono armoniosamente bilanciate in modo da favorire il minimo dispendio energetico che consente le migliori condizioni di lavoro, permette di rispondere prontamente a nuove sollecitazioni esterne ed interne, e infine protegge le strutture stesse da traumi e deformità. Pertanto, il problema della conservazione della postura è, in senso stretto, un problema di equilibrio (Nigro, 2008).

Quindi, al concetto di postura si associa inevitabilmente quello di equilibrio. Questo può essere definito come il rapporto ideale tra soggetto e ambiente circostante, ovvero come la capacità di assumere una postura e controllare la posizione del baricentro in un determinato istante e nello svolgimento di un compito in relazione all'ambiente circostante. Pertanto l'equilibrio può essere considerato un costante aggiustamento tra diversi livelli di energia (Boccardi e Lissoni, 1997).

Secondo le leggi della statica, un corpo si trova in equilibrio quando la linea di gravità, passante per il baricentro corporeo, cade all'interno della base d'appoggio.

Il corpo umano si trova in condizioni di equilibrio instabile: ciò perché la linea di gravità cade all'interno di una base d'appoggio ristretta, rappresentata dagli appoggi plantari e dalla superficie interposta tra questi e il baricentro. Questo situato in posizione elevata, può essere indotto ad oscillare dalle forze fisiche esterne a cui siamo sottoposti e dai movimenti volontari che eseguiamo.

Per oscillazione posturale, si intende lo spostamento della proiezione del baricentro corporeo all'interno della base d'appoggio, presente anche se il soggetto è sottoposto alla sola forza di gravità. Tale oscillazione è dovuta alle attività muscolari intrinseche, quali la respirazione e il battito cardiaco, all'esigenza di alleviare la pressione sotto la pianta dei piedi che, in condizioni normali, può bloccare il flusso venoso, e alla necessità di seguire degli oggetti all'interno del campo visivo (Turci et al., 2003).

Le risposte motorie adeguate alle continue modificazioni ambientali (ambiente esterno, ambiente interno, compiti motori) vengono elaborate dal sistema nervoso centrale a seguito della percezione di diverse afferenze: esterocettive, propriocettive e stato-cinetiche.

Dal punto di vista fisico, il corpo umano è paragonabile ad un pendolo inverso nel quale il perno d'oscillazione è posto in basso, a livello delle articolazioni tibio-tarsiche, e tutto il corpo, situato più in alto, funge da massa oscillante; l'estrema instabilità è legata al fatto che basta una minima perturbazione per portare il baricentro fuori dalla base d'appoggio.

La stazione eretta deve garantire il sostegno del peso corporeo opponendosi alla forza di gravità, ma deve anche garantire il mantenimento o il ripristino dell'equilibrio.

Il sostegno del peso corporeo è assicurato dal piede, in un sistema di tipo passivo rappresentato dal sistema articolare e legamentoso, e da un sistema attivo, costituito dalle strutture muscolari e dal tono di queste (Boccardi e Lissoni, 1997). In particolare, i soggetti in sovrappeso e obesi manifestano proprio a carico delle suddette strutture i danni a lungo

termine provenienti da queste condizioni (Must e Strauss, 1999): problemi di allineamento degli arti inferiori (Wearing et al. 2006), rischio di frattura e generalmente una riduzione della mobilità che può portare a più gravi problemi di salute. Infatti, i soggetti obesi tendono ad essere meno attivi rispetto ai loro coetanei normopeso (Ku et al., 1981; Taylor et al., 2006; Tinajas, 1997).

Nell'infanzia, possono manifestarsi una ridotta flessibilità e problemi sia nel cammino sia nella corsa, causati dalle modificazioni strutturali del piede e dal valgismo del ginocchio indotti dall'obesità (Speiser et al., 2005; Turci et al., 2010). In particolare, nei bambini sovrappeso si può verificare una tendenza al piattismo del piede, dovuta allo sviluppo di uno spesso pannicolo adiposo sottocutaneo a livello del mesopiede (Riddiford-Harland et al., 2000). Se l'incremento ponderale prosegue nel medio e lungo periodo, tale appiattimento si stabilizza, generando il piede piatto patologico (Riddiford-Harland et al., 2000; Pfeiffer et al., 2006).

L'oscillazione posturale in bambini in età scolare è stata valutata da Rival et al. (2005), attraverso l'utilizzo di una piattaforma di forza. In questo studio, è stato dimostrato che la capacità di mantenersi in equilibrio aumenta con l'età e che l'ampiezza delle oscillazioni diminuisce sia in direzione antero-posteriore sia latero-laterale. Essi hanno individuato un legame tra età del soggetto ed ampiezza delle oscillazioni, infatti all'aumentare dell'età diminuiscono gli spostamenti sia in direzione antero-posteriore che in quella medio-laterale.

Altri autori hanno ipotizzato che il sovrappeso e l'obesità possano modificare l'equilibrio e quindi la postura dei bambini (D'Hont et al., 2011; Fabris et al., 2006; Monyeki, 2005; Yamamoto et al., 2010), poiché sembra che tali parametri influenzino le caratteristiche del piede dal punto di vista sia strutturale sia funzionale, con implicazioni per il sistema muscolo scheletrico. Questi cambiamenti strutturali inducono perturbazioni dal punto di vista motorio. A tale proposito, il controllo posturale degli adolescenti obesi è peggiore rispetto a quello dei normopeso della stessa età.

## 1.4 LA COORDINAZIONE OCULO-MANUALE

L'uomo si muove e agisce nello spazio relazionandosi con gli oggetti in esso presenti, ed è tramite un'integrazione tra la percezione ed il movimento che risulta possibile una conoscenza di ciò che ci circonda. Come conseguenza, il mondo risulta strutturato in rapporto al nostro corpo.

La vista è uno dei canali preferenziali attraverso cui raccogliamo informazioni dall'esterno, e l'azione uno dei modi con cui interagiamo con esso. Come risultante tra questi due aspetti, la coordinazione oculo-segmentaria (e più nello specifico tra occhio e arto superiore) riveste un ruolo fondamentale nella vita di ognuno, partendo dai gesti quotidiani per arrivare a quelli più raffinati e specializzati.

La coordinazione oculo-manuale è un elemento essenziale per lo sviluppo e l'esecuzione di molteplici funzioni motorie dell'uomo (Grassi et al., 2006; Sforza et al., 1999). La coordinazione oculo-manuale può condizionare anche la prestazione sportiva. Nell'età evolutiva è una capacità fondamentale per la crescita globale del bambino. Essa contribuisce alla creazione di un corretto schema corporeo e motorio tramite l'esplorazione di sé e del mondo esterno per mezzo dell'interazione con l'ambiente e serve ad acquisire competenze, quali pattern motori semplici e complessi come ad esempio la scrittura. Nell'adulto viene richiamata in svariate attività della vita quotidiana e contribuisce alla loro efficacia e precisione.

I movimenti di un bambino che si porta il cibo alla bocca o che impugna la matita per tracciare i primi disegni, di un adulto che scrive o dipinge, di uno sportivo che porta a compimento un gesto tecnico standardizzato, come il tiro a canestro o il lancio di un attrezzo, dipendono da questa qualità (Grassi et al., 2005).



La coordinazione oculo-manuale tende ad aumentare con l'età e sembra essere maggiore nei maschi che nelle femmine (Coldwells e Hare, 1994; Sforza et al., 1999, Grassi et al., 2005).

Queste caratteristiche di fondamentale importanza nel contatto e nell'esplorazione dell'ambiente si riflettono anche nello sviluppo globale dei soggetti in età evolutiva: riconoscere un problema visivo precocemente significa anche iniziare al più presto un intervento specifico che aiuti il bambino a migliorare la sua interazione con l'ambiente, e quindi a sviluppare e raffinare la coordinazione oculo-manuale (Puccini e Perfetti, 1987).

Per analizzare la coordinazione oculo-manuale, è necessario studiare i sistemi che la regolano: questi sono molti e complessi, quindi negli ultimi anni sono state compiute numerose ricerche, il cui scopo era assegnare il ruolo centrale ad un elemento ben preciso.

Fondamentalmente gli studi condotti possono essere ricondotti a tre linee di pensiero:

1) Vari Autori sono concordi nell'affermare che tale ruolo sia ricoperto dalla vista. In un movimento coordinato oculo-manuale, il controllo dello sguardo sarebbe lo strumento per condurre il movimento dell'arto superiore in modo appropriato (Abrams et al., 1990; Horstmann e Hoffmann, 2005). La vista è utilizzata per guidare la mano durante l'azione: i segnali di movimento retinico che vengono prodotti dal movimento di occhio e capo sono utilizzati dal sistema visuomotore per aggiornare la posizione del bersaglio, che viene codificata con coordinate oculocentriche, e reindirizzare la mano in modo da compensare i movimenti del corpo (Whitney et al., 2003; Whitney e Goodale, 2005).

Inoltre studi condotti con bambini con deficit visivi, comparati con bambini senza deficit, mostrano come i primi abbiano una coordinazione oculo-manuale inferiore, mentre il grado di disabilità non influenza le altre prestazioni motorie (Houwen et al., 2008).

2) Altri Autori, al contrario, sono concordi nell'indicare che l'occhio sia subordinato alla mano e che i due sistemi non vengano controllati con un comando motore comune (Barnes e Marsden, 2002; Binsted et al., 2001). Per Vercher et al. (1997), i comandi inviati all'arto superiore e le sue efferenze propriocettive influenzano l'inizio del movimento oculare e servono a calibrare i movimenti di arto e occhio. Effettivamente, prove sperimentali hanno mostrato come, attivando artificialmente le afferenze propriocettive muscolari dell'arto superiore, il sistema oculomotore reagisca anche se non è presente un corrispondente stimolo visivo (Tardy-Gervet et al., 1989).

Solo nei casi in cui manca la propriocezione la visione dell'arto in movimento è in grado di sostituire parzialmente il modello di progettazione e coordinazione del movimento, normalmente determinato e aggiornato sulla base delle informazioni propriocettive (Ghez e Sainburg, 1995).

Diversamente, in pazienti emiplegici l'utilizzo dell'arto plegico porta ad un controllo visivo aumentato per compensare il proprio deficit sensomotorio (Verrel et al., 2008).

3) Una terza teoria è quella che non assegna all'occhio o all'arto superiore il ruolo centrale, ma asserisce che la coordinazione oculo-manuale è la conseguenza di un collegamento sinergico tra occhi e mano e i due sistemi cooperano tra loro senza avere una predominanza specifica. Vista e propriocezione quindi forniscono entrambe informazioni sulla configurazione dell'arto prima del movimento, e ogni modalità è utilizzata per diversi livelli del processo di pianificazione.

Secondo Sarlegna e Sainburg (2009), la vista è utilizzata principalmente per definire traiettoria e cinematica del movimento di raggiungimento, e la propriocezione è cruciale nella trasformazione di questo piano in comandi motori inviati ai muscoli dell'arto superiore. Per Pelz e collaboratori (2001), la coordinazione è mantenuta ritardando il movimento della mano fino a che l'occhio è disponibile per guidarla, e tale sinergia temporale semplifica il problema

di coordinazione riducendo il numero di variabili e di conseguenza le richieste attentive necessarie per il compito.

In generale, si propone l'esistenza di un modello interno che coordina e calibra i movimenti di occhio e mano, prendendo in considerazione la dinamica del movimento, le accurate informazioni propriocettive e il posizionamento dei centri rotazionali, in cui la rappresentazione oculocentrica della posizione del bersaglio e la rappresentazione centrata su corpo e mano vengono integrate nelle cortecce premotoria caudale e motoria primaria (Graziano, 2001; Henriques e Crawford, 2002; Scarchilli et al., 1999).

## 1.5 LE FASI DELLO SVILUPPO DELLE FUNZIONI IN ETÀ EVOLUTIVA

L'ontogenesi della motricità è il percorso che l'uomo deve compiere per raggiungere la propria motricità evoluta; questa si articola in fasi di sviluppo che permettono al bambino di sviluppare le proprie potenzialità e di acquisire livelli di motricità superiore.

Le fasi di sviluppo sono condizionate da fattori ereditari e da fattori di tipo culturale che comportano adattamenti psico-motori individuali. Queste considerazioni connotano lo sviluppo dell'uomo come un fatto unico individualizzato e personale, differente da persona a persona, quindi ogni riferimento ad una fascia di età significativa è solo teorica.

Nello specifico per quanto riguarda lo sviluppo motorio può essere suddiviso in tre grosse fasi o età di riferimento irreversibili: evolutiva, di stabilizzazione ed involutiva.

La prima si sviluppa in un arco temporale più breve rispetto agli altri, ma quella che riguarda questo studio ed è quella in cui avvengono cambiamenti estremamente significativi in tutte le aree della personalità.

L'età evolutiva è caratterizzata da un progressivo sviluppo dell'individuo nelle sue molteplici componenti: motorie, cognitive, affettive, sociali, comportamentali. Lo sviluppo strutturale e morfologico condiziona tutta l'età evolutiva e non avviene in modo lineare, ma a

fasi alterne (Stratz, 1904). Infatti, si succedono periodi di grande crescita staturale o di “Proceritas”, ove cambiano le forme del corpo ed appaiono nuove funzioni o abilità, e periodi di stasi e di compensazione ponderale o di “Turgor”, connotate positivamente per l’assimilazione della nuova situazione e per acquisire la padronanza delle nuove capacità, oltre alla preparazione delle condizioni necessarie per la successiva fase di sviluppo (Fig. 1.3).

Turgor primus	Dal 2° al 4° anno di vita
Proceritas prima	Dal 5° al 7° anno di vita
Turgor secundus	Dall’8° anno ai 11 anni di vita
Proceritas secunda	Periodo prepuberale
Turgor tertius	Periodo postpuberale

Fig. 1.3 La successione delle fasce della crescita somatica (Stratz, 1904)

Lo sviluppo motorio del bambino dai 9 ai 11 anni è caratterizzato da una maggiore capacità di combinare più schemi motori di base, da un modo personale di interpretare le cose; le capacità coordinative si stanno sviluppando in pieno. Ha ormai un’idea di sé e del suo schema corporeo molta più attenta. Riesce ad immedesimarsi in altri spazi o in altre persone (spazio oggettivo euclideo), abbandonando quella fase di assolutamente concreto che lo ha accompagnato sino ad ora. L’egocentrismo va scomparendo.

Il bambino dai 10 agli 11 anni è quasi alla fine del suo periodo migliore per l’apprendimento psico-motorio. L’idea di spazio e tempo è precisa e circostanziata, è in grado di costruire insiemi spaziali (spazio euclideo). Diventa importante il rapporto con i suoi coetanei, ha bisogno di sentirsi facente parte di un gruppo. Il ragionamento è di tipo induttivo e la personalità si colora anche di contenuti morali.

In questa fase è fondamentale la strutturazione dello “schema corporeo”, definito come l’immagine che ognuno di noi ha di se stesso e dei propri segmenti in rapporto allo spazio circostante ed al tempo.

## **2.0 ACCRESCIMENTO CORPOREO E CAPACITÀ COORDINATIVE NEI BAMBINI DELLA SCUOLA PRIMARIA**

L’accrescimento corporeo e lo stato nutrizionale possono condizionare non solo la salute, ma anche l’acquisizione di adeguate competenze motorie quali la coordinazione oculo-segmentaria, la postura e l’equilibrio.

Date queste premesse, si è realizzato questo studio che sviluppa tre diversi obiettivi prendendo in considerazione le valutazioni sia antropometriche che motorie.

Dal punto di vista antropometrico è stato così realizzato uno studio longitudinale il cui obiettivo è stato quello di osservare l’accrescimento corporeo. Sono state, inoltre, svolte indagini trasversali per monitorare l’oscillazione posturale, l’equilibrio e la coordinazione oculo-segmentaria.

### **2.1 ACCRESCIMENTO CORPOREO IN ETÀ SCOLARE: ANALISI LONGITUDINALE TRA I 6 E GLI 8 ANNI**

#### **2.1.1 INTRODUZIONE**

La variazione delle condizioni socio-economiche, i cambiamenti delle abitudini alimentari e degli stili di vita dei giovani rendono necessaria l’analisi delle caratteristiche fisiche nei soggetti in età evolutiva.

## 2.1.2 MATERIALI E METODI

È stato realizzato uno studio longitudinale il cui obiettivo è stato quello di osservare l'accrescimento corporeo di bambini di 6 anni di età, iscritti per la prima volta alla classe prima della Scuola primaria del Comune di Voghera (PV), (anno scolastico 2009-10), prolungando tale osservazione, per due anni successivi, per monitorare l'incidenza di sovrappeso e obesità.

Hanno partecipato allo studio 775 alunni: 340 bambine e 435 bambini (Tab. 2.1), che godevano complessivamente di buona salute.

Per tutte le fasi dello studio i rappresentanti legali, o i tutori di ciascun partecipante, hanno rilasciato il proprio consenso informato, dopo aver preso visione della modalità di rilevazione dei dati e dei possibili rischi ad essi correlati.

Di ogni soggetto sono stati misurati peso e statura, e conseguentemente è stato calcolato il Body Mass Index (BMI).

## 2.1.3 VALUTAZIONE DEI DATI ANTROPOMETRICI

### 2.1.3.1 Antropometria

Sono stati misurati peso e statura di ciascun partecipante, durante l'orario scolastico, in giorni infrasettimanali e in condizioni standardizzate, riassunte come segue:

- dopo aver vuotato la vescica;
- prima dell'intervallo di ricreazione mattutino e quindi almeno due ore dopo l'assunzione della colazione e prima dello spuntino;
- a piedi scalzi o con calze leggere;
- in maglietta e pantaloncini da ginnastica.

Il peso è stato misurato utilizzando una bilancia pesa persone elettronica (con approssimazione 0,1 kg), dotata di display a cristalli liquidi, garantita dal costruttore con un errore di misurazione <5%.

Le misurazioni sono avvenute secondo quanto riassunto di seguito:

- posizionamento della bilancia su una superficie piana,
- accensione della bilancia toccando con un piede la sua superficie, o l'interruttore fino alla comparsa della dicitura "0.0" sul display,
- salita del soggetto sulla bilancia, con distribuzione del peso equamente sui due piedi,
- lettura del peso sul display,
- annotazione da parte dell'operatore (approssimazione 0,1 kg).

#### 2.1.3.2 Statura

La statura (approssimazione, 0.1 cm) è stata misurata con uno statimetro portatile (Fig. 2.1) composto da un'asta verticale graduata, da una piastra mobile (piano di Broca), orientata ad angolo retto rispetto a quella verticale, da appoggiare alla sommità del capo del soggetto da misurare, e da una base da porre in piano sul pavimento e sulla quale posizionare il soggetto.

Ad ogni misurazione, si controllava che il dorso del soggetto fosse correttamente allineato con l'asta verticale e che fra la pianta dei piedi e la base di appoggio non vi fosse l'interposizione accidentale di alcun materiale.

Ciascun partecipante era scalzo o indossava calze leggere. La testa era orientata secondo il piano di Francoforte (piano orizzontale passante dalla sommità del meato acustico esterno alla parte più declive dell'orbita).

Gli arti superiori pendevano liberamente ai lati del tronco, con il palmo delle mani rivolto verso le cosce; i talloni uniti poggiavano contro l'asta verticale dello statimetro, mentre

le punte dei piedi erano leggermente divaricate, formando un angolo di circa 60°. Le scapole e le natiche erano a contatto con l'asta.

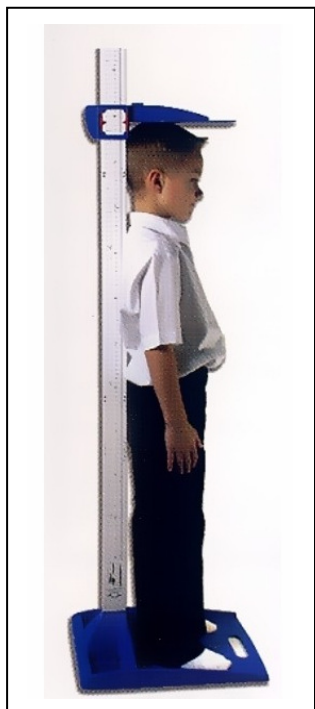


Fig. 2.1. Statimetro

Il rilevatore ha esercitato con le mani una leggera trazione verso l'alto, sui processi mastoidei del soggetto per assicurarsi che fosse ben eretto e ha portato la barra mobile dello statimetro in contatto col capo, esercitando una pressione sufficiente a comprimere i capelli. Ad ogni soggetto, quindi, veniva chiesto di rimanere ben eretto, inspirando profondamente, e trattenendo il respiro per qualche istante. L'esaminatore ha abbassato il piano di Broca fino a toccare il capo esercitando una leggera pressione (Grassi et al., 2006; Turci et al., 1997). La misura era approssimata a 0,1 cm e veniva annotata sulla scheda.

#### 2.1.3.3 Il BMI–Body Mass Index

Di ciascun soggetto è stato calcolato il Body Mass Index, fornito dal rapporto fra il peso e il quadrato della statura ( $\text{kg/m}^2$ ).



#### 2.1.4 ANALISI STATISTICA DEI RISULTATI

Per ciascun parametro antropometrico considerato sono state calcolate le statistiche descrittive (media e deviazione standard) entro sesso e sessione di rilevazione.

È stata quindi calcolata la distribuzione percentuale dei soggetti normopeso, sottopeso, e sovrappeso, nonché quella degli obesi, secondo le tabelle di riferimento fornite da Cacciari et al. (2002). Gli effetti dell'età, del sesso e l'interazione sesso per età sulle variazioni di peso, statura e BMI sono stati calcolati con ANOVA (analisi fattoriale della varianza a due vie; fattore 1 sesso; fattore 2 età; interazione sesso per età). I livelli di significatività statistica sono stati posti al 5% ( $p \leq 0,05$ ) per ciascun confronto eseguito.

#### 2.1.5 RISULTATI

##### 2.1.5.1 Antropometria

La statistica descrittiva del peso, della statura e dei relativi BMI raccolti durante le tre sessioni di misurazione è riassunta nella Tab. 2.2. e 2.3; in Tab. 2.4 sono rappresentati i confronti statistici eseguiti con test ANOVA.

<b>Età</b>	<b>Classe</b>	<b>Alunni</b>	<b>Femmine</b>	<b>Maschi</b>
6	I	261	116	145
7	II	261	116	145
8	III	253	108	145
Totale		775	340	435

Tab. 2.1. Numerosità del campione, diviso per classi.

Sessione	Peso (Kg)	Statura (cm)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )
2009	23.5 ± 4.3	120.2 ± 6.1	16.2 ± 2.4
2010	26.2 ± 5.1	124.6 ± 6.2	16.8 ± 2.7
2011	30.6 ± 11.8	129.8 ± 11.8	17.8 ± 6.39

Tab. 2.2. Statistica descrittiva (media ± deviazione standard, SD) delle variabili antropometriche, nei tre anni, nelle femmine.

Sessione	Peso (Kg)	Statura (cm)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )
2009	24.9 ± 5.0	121.1 ± 6.0	16.8 ± 2.4
2010	27.7 ± 6.1	125.7 ± 6.1	17.4 ± 2.8
2011	31.1 ± 7.5	131.8 ± 6.2	17.8 ± 3.43

Tab. 2.3. Statistica descrittiva (media ± deviazione standard, SD) delle variabili antropometriche considerate, nei tre anni, nei maschi.

	Peso	Statura	BMI
<b>Sesso</b>	NS	NS	NS
<b>Età</b>	<0,001	<0,001	<0,001
<b>Sesso x età</b>	NS	0,017	NS

Tab. 2.4. Analisi fattoriale della varianza a due vie (ANOVA, fattore 1 sesso, 1, 259 gradi di libertà; fattore 2 età, 2, 259 gradi di libertà; interazione sesso × età, 2, 259 gradi libertà). NS, non significativo (p > 0.05).

Le frequenze e le rispettive percentuali di soggetti al 3° e 97° percentile di BMI entro sesso ed età, secondo le tabelle di riferimento fornite da Cacciari et al. (2002), sono riportate in Tab. 2.5. Analogamente, in Tab. 2.6, sono riassunte frequenze e distribuzione percentuale dei soggetti considerati relativamente sottopeso, normopeso, sovrappeso e obesi (Cacciari et al., 2002).

<b>BMI</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>&lt;3°</b>	<b>5</b> <i>4,3</i>	<b>7</b> <i>6,0</i>	<b>13</b> <i>12</i>	<b>5</b> <i>3,4</i>	<b>4</b> <i>2,8</i>	<b>6</b> <i>4,1</i>
<b>&gt;97°</b>	<b>2</b> <i>1,7</i>	<b>3</b> <i>2,6</i>	<b>7</b> <i>6,4</i>	<b>10</b> <i>6,8</i>	<b>10</b> <i>6,8</i>	<b>8</b> <i>5,5</i>

Tab. 2.5. Frequenze e distribuzioni percentuali delle bambine (sfondo rosa) e dei bambini (sfondo celeste) al 3° e al 97° percentile di BMI alle diverse età, secondo Cacciari et al. (2002).

<b>ETÀ</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>SOVR</b>	<b>OB</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>SOVR</b>	<b>OB</b>
<b>6 a</b>	<b>5</b> <i>4,3</i>	<b>99</b> <i>85,4</i>	<b>10</b> <i>8,6</i>	<b>2</b> <i>1,7</i>	<b>5</b> <i>3,4</i>	<b>105</b> <i>72,6</i>	<b>25</b> <i>17,2</i>	<b>10</b> <i>6,8</i>
<b>7 a</b>	<b>7</b> <i>6,0</i>	<b>92</b> <i>79,3</i>	<b>14</b> <i>12,1</i>	<b>3</b> <i>2,6</i>	<b>4</b> <i>2,8</i>	<b>102</b> <i>70,4</i>	<b>29</b> <i>20,0</i>	<b>10</b> <i>6,8</i>
<b>8 a</b>	<b>13</b> <i>12</i>	<b>78</b> <i>72,4</i>	<b>10</b> <i>9,2</i>	<b>7</b> <i>6,4</i>	<b>6</b> <i>4,1</i>	<b>96</b> <i>66,3</i>	<b>35</b> <i>24,1</i>	<b>8</b> <i>5,5</i>

Tab. 2.6. Frequenze e distribuzioni percentuali delle bambine (sfondo rosa) e dei bambini (sfondo celeste) rispettivamente sottopeso (S), normopeso (N), sovrappeso (Sovr) e obesi (Ob) alle diverse età, secondo Cacciari et al. (2002).

## 2.1.6 DISCUSSIONE

L'analisi svolta sull'accrescimento corporeo in età scolare ha consentito di monitorare il complessivo stato nutrizionale dei bambini delle Scuole primarie di Voghera, valutando il BMI di ognuno di essi durante due anni consecutivi, effettuando tre rilievi antropometrici all'inizio di ciascun anno scolastico, a partire dall'ingresso nella I classe elementare.

Mediamente, i maschi erano più pesanti e alti delle femmine e presentavano anche un maggiore BMI a tutte le età di misurazione (Tab. 2.2 e 2.3), anche se le differenze non erano statisticamente significative (ANOVA,  $p > 0,05$ , per ciascun confronto eseguito; Tab. 2.4), così come già osservato da Yoshinaga et al. (2002).

All'avanzare dell'età, sia i maschi sia le femmine crescevano in modo significativo, in ognuno dei parametri considerati. Tali aumenti erano particolarmente significativi per ciascuno dei confronti eseguiti ( $p < 0,001$ ). Come riferito nella tabella 2.4, l'effetto dell'età sull'aumento ponderale e su quello del BMI è stato analogo nei maschi e nelle femmine ( $p > 0,05$ ), mentre si è rivelato maggiore nei maschi per quanto concerneva la statura ( $p = 0,017$ ). Questo ultimo aspetto può dipendere dal fatto che la statura in queste fasce di età è molto variabile nelle femmine (elevata SD) poiché l'avvicinamento alla maturazione sessuale avviene precocemente rispetto ai maschi e non necessariamente nello stesso periodo per ciascuna bambina (Danubio et al., 2005).

Secondo le tabelle di riferimento fornite in anni recenti da Cacciari et al. (2002) per la popolazione giovanile italiana, si è notato che nel corso delle tre misurazioni eseguite in questo studio aumentavano progressivamente sia i bambini sia le bambine al 3° percentile di BMI, sia quelli al 97° (Tab. 2.5), con una maggiore incidenza di bambine sottopeso, cosa che potrebbe dipendere dall'immagine spesso distorta dell'aspetto fisico femminile, fornita dai mezzi di comunicazione (moda, televisione, pubblicità) (Turci et al., 1997).

Complessivamente (Tab. 2.6), la frequenza di soggetti normopeso tendeva a ridursi all'avanzare dell'età, con tendenze diverse nei due sessi. Nelle bambine, si è notato un forte aumento di soggetti sottopeso (12%) sovrappeso (9,2%) all'età di 8 anni, rispetto a quanto rilevato all'ingresso nella Scuola primaria (4,3%; 8,6%, rispettivamente). Diversamente, l'incidenza dei casi di obesità sembrano mantenersi quasi costanti.

Nei maschi (Tab. 2.6), la tendenza è segnatamente a favore dell'aumento progressivo di soggetti sovrappeso e obesi, in accordo con quanto già osservato da Zhang et al. (2008) e da Nihiser et al. (2007; 2009).

Si può quindi affermare che il BMI rappresenta un indispensabile strumento di diagnosi in campo auxologico come confermato da numerosi studi presenti in letteratura (Zhang et al. 2008, Nihiser et al. 2007; 2009). Come testimoniato da numerosi, recenti studi condotti anch'essi all'interno delle scuole (Kubik et al., 2007) la scelta della valutazione tramite l'uso del BMI è ampiamente validata e approvata. Infatti, queste sono anche misure sufficientemente semplici da rilevare e la strumentazione richiesta è relativamente economica e di facile manutenzione.

Confrontando i risultati dei due campioni, in accordo con i risultati degli studi presenti in letteratura (Datar e Sturm, 2006), si può affermare che, vista la grande incidenza dell'aumento ponderale in alunni della scuola primaria, già osservabile dai 6 agli 8 anni, è quanto mai necessario un osservatorio antropometrico che costantemente monitorizzi la situazione degli alunni, già dalla scuola dell'infanzia, come confermato in altri recenti studi (Hesketh et al., 2010).

Lo svolgimento a livello scolastico dello studio ha permesso di informare puntualmente le famiglie sullo stato nutrizionale dei bambini partecipanti, organizzando di concerto con la Municipalità e i Circoli didattici incontri annuali, svoltisi nel maggio di ciascun anno scolastico durante il quale erano state eseguite le misurazioni.

In questo modo, è stato possibile diffondere informazioni sulla cultura del benessere e della prevenzione, creando un importante collegamento fra il cittadino fruitore del servizio e le istituzioni erogatrici del servizio stesso (Nihiser et al., 2007; 2009; Spinelli et al., 2009).

## 2.2 OSCILLAZIONE POSTURALE: INDAGINE BAROPODOMETRICA TRASVERSALE NEI BAMBINI DI 6-10 ANNI

### 2.2.1 INTRODUZIONE

Gli aspetti della postura e dell'equilibrio sono stati presi in considerazione, in questo capitolo, poiché strettamente correlati con le misure antropometriche dell'uomo; inoltre è stata considerata l'eventuale influenza di situazioni di sovrappeso od obesità.

### 2.2.2 MATERIALI E METODI

L'obiettivo dell'indagine baropodometrica trasversale, è stato di valutare l'oscillazione posturale e l'equilibrio dello stesso campione di bambini dai 6 ai 10 anni, per verificare se la situazione antropometrica influisse sull'equilibrio e se i due metodi di rilevazione utilizzati fossero sovrapponibili.

Hanno preso parte allo studio 692 alunni: 355 bambine e 337 bambini che godevano complessivamente di buona salute e che frequentavano le Scuole Primarie del Comune di Voghera (PV), nell'anno scolastico 2010-11. I rappresentanti legali o i tutori di ciascun partecipante allo studio hanno rilasciato il proprio consenso informato, dopo aver preso visione della modalità di rilevazione dei dati e dei possibili rischi ad essi correlati.

Sono stati rilevati i dati antropometrici di peso ed altezza (come dettagliato nel capitolo 2.2.4, paragrafo 1) e calcolato il Body Mass Index. I soggetti sono stati quindi sottoposti al test posturale e al Flamingo Balance Test (Eurofit, 1993).

#### 2.2.2.1 Il BMI-Body Mass Index

Di ciascun soggetto è stato calcolato il Body Mass Index fornito dal rapporto fra il peso e il quadrato della statura ( $\text{kg/m}^2$ ).

#### 2.2.2.2 La baropodometria

La baropodometria è considerata un metodo di accertamento fisiologico dell'equilibrio.

La pedana baropodometrica Winpod (Medicapteurs, Toulouse, France) è stata utilizzata per la misurazione delle oscillazioni posturali. Questa è costituita da una piattaforma (530 mm x 600 mm) su cui è sovrapposta una superficie quadrata di 410 mm di lato, contenente 2304 sensori trasduttori di forze posizionati in modo da registrare la distribuzione delle forze stesse. Tale pedana è interfacciata con un PC tramite un cavo a ingresso USB (Fig. 2.2, 2.3).

Attraverso la somministrazione di un test posturale standardizzato della durata di 30s, lo strumento ha consentito di registrare le variazioni nel tempo della proiezione al suolo del baricentro bipodalico (CoP, Center of foot Pressure, Fig. 2.4). In particolare, sono state prese in considerazione la lunghezza e la superficie della traccia “disegnata” dal CoP, e le velocità anteroposteriore (VAP) e laterolaterale (VLL) dello spostamento di questo.

A registrazioni avvenute, un apposito software ha permesso di tabulare i dati raccolti direttamente su un foglio di lavoro Excel.



Fig. 2.2. Pedana Baropodometrica

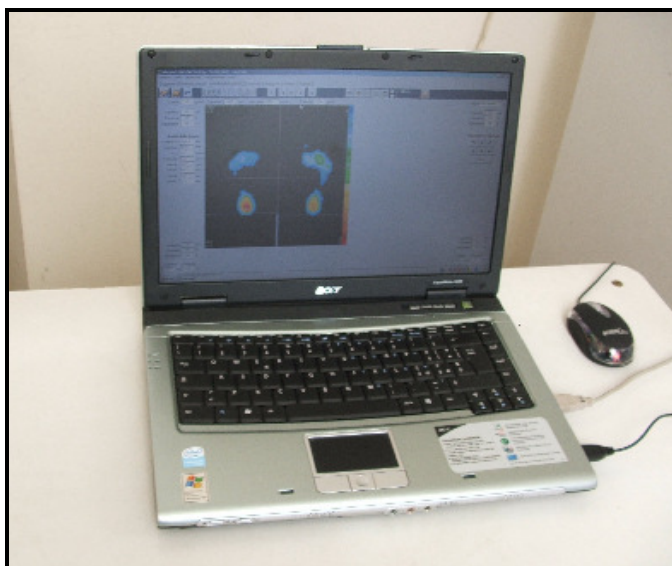


Fig. 2.3. PC interfacciato con la pedana baropodometrica, tramite cavo USB.

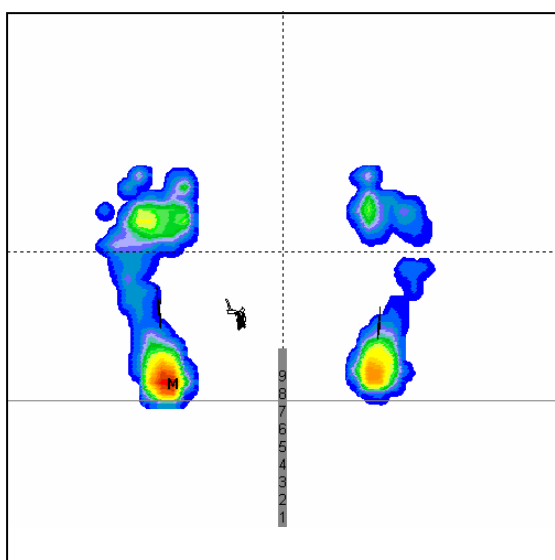


Fig. 2.4. Ricostruzione computerizzata dell'impronta bipodolica e delle variazioni della proiezione al suolo del COP durante il test posturale baropodometrico.

#### 2.2.2.2.1 Il test posturale

A ciascun soggetto è stato chiesto di rimanere in stazione eretta a piedi nudi o con calze leggere sulla pedana baropodometrica posizionata al suolo, mantenendo il dorso rivolto al rilevatore. Durante il test, ciascun partecipante traluceva il proprio sguardo in uno specchio posto a distanza di 2 m (Fig. 2.5).



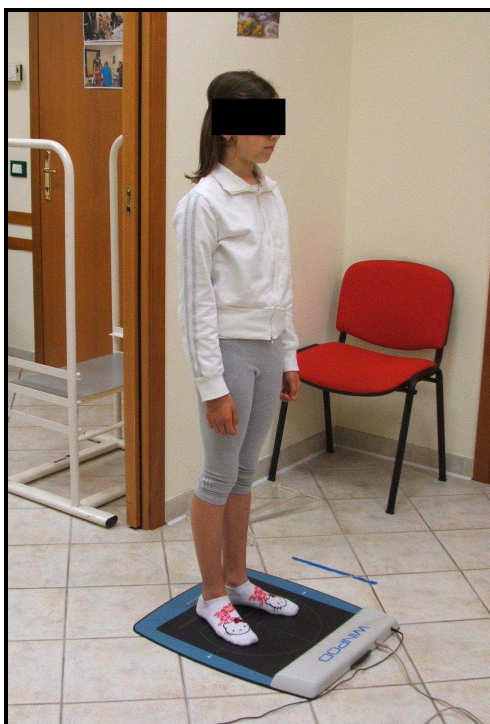


Fig. 2.5. Test posturale

### 2.2.2.3 Test Eurofit: il Flamingo Balance Test

Per la valutazione dell'equilibrio in stazione eretta e appoggio monopodalico è invece stato utilizzato il Flamingo Balance Test (FBT, test dell'equilibrio del fenicottero), tratto dalla batteria Eurofit (Cilia et al., 1995).

I test Eurofit sono una batteria di test, comunemente utilizzati per la valutazione funzionale delle varie capacità fisiche, siano esse condizionali o coordinative, in soggetti sani alle varie età della vita. Fu nel 1977 che, in un meeting di direttori degli Istituti di Ricerca Sportiva, voluto ed attuato dal Comitato per lo Sviluppo dello Sport del Consiglio d'Europa, emerse la necessità di valutare l'attitudine fisica, stabilendo parametri di valutazione standardizzati e di riferimento per la popolazione della Comunità Europea (Cilia et al., 1995; Eurofit, 1993). Il Flamingo Balance Test consiste nel mantenimento dell'equilibrio su un solo piede per 60s, rimanendo in appoggio su una trave (50 x 3 x 4 cm) posta a 6 cm dal suolo (Fig. 2.6 e 2.7).

Diversi studi hanno confermato la validità di questo test per la valutazione della capacità di equilibrio. Esso inoltre presenta caratteristiche di semplicità ed immediatezza nella somministrazione (Malina et al., 1995).

Di ciascun soggetto, è stato conteggiato il numero delle cadute compiute durante il test.

Ogni partecipante ha liberamente scelto su quale arto mantenersi in appoggio.

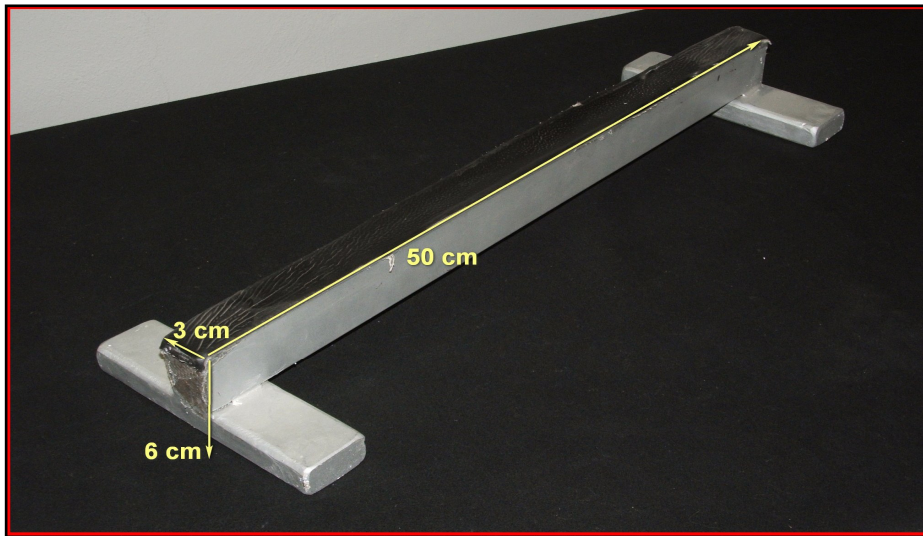


Fig. 2.6. Trave utilizzata per la misurazione del Flamingo Balance Test.

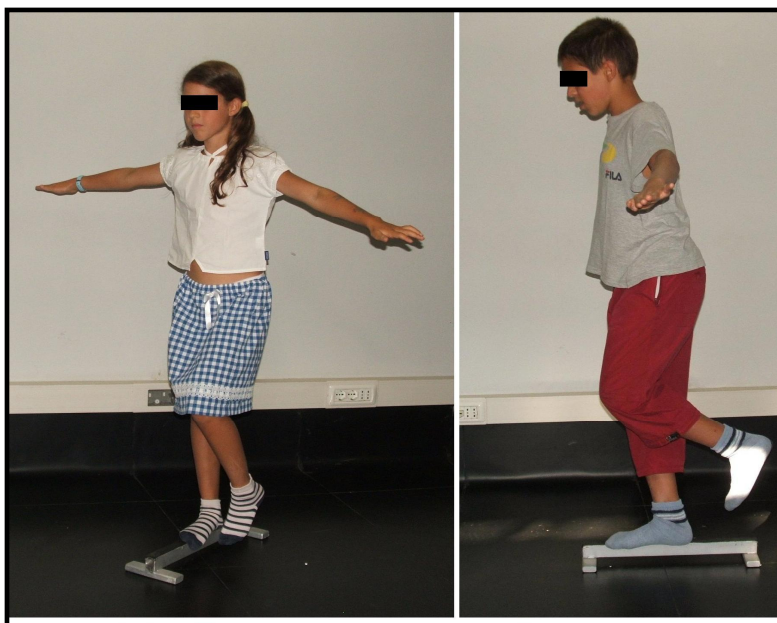


Fig. 2.7. Esecuzione del Flamingo Balance Test.

### 2.2.3 ANALISI STATISTICA DEI RISULTATI

Di ciascun dato antropometrico è stata calcolata:

- la statistica descrittiva (media e deviazione standard), entro sesso e fascia di età.
- l'effetto del sesso (fattore 1) e dell'età (fattore, 2), e l'interazione sesso  $\times$  età sulle variazioni di tutti i parametri antropometrici sono stati calcolati con test ANOVA.

Di ciascun parametro baropodometrico è stata calcolata la statistica, entro sesso e fascia di età.

L'effetto del sesso (fattore 1) e dell'età (fattore 2), e l'interazione sesso  $\times$  età sulle variazioni di tutti i parametri baropodometrici sono stati calcolati con test ANOVA.

Per i dati ottenuti dal Flamingo Balance Test (FBT) è stata calcolata la statistica descrittiva entro sesso e fascia di età del numero delle cadute registrate durante il test.

Le differenze fra i sessi al variare delle fasce di età sono state confrontate con test ANOVA (fattore 1, sesso; fattore 2, età; interazione sesso  $\times$  età).

Entro sesso e fascia di età, è stato inoltre applicato il test di correlazione di Pearson, per confrontare gli esiti del FBT con quelli di ciascuno dei parametri posturali considerati. Il livello di significatività statistica è stato posto al 5% per tutti i confronti eseguiti.

### 2.2.4 RISULTATI

#### 2.2.4.1 Antropometria

Le caratteristiche antropometriche del campione sono riassunte nella Tab. 2.7.

Classe	Femmine					Maschi				
	N	Età anni	Peso kg	Statura cm	BMI kg · m <sup>-2</sup>	N	Età anni	Peso kg	Statura cm	BMI kg · m <sup>-2</sup>
I	63	7,1 0,4	24,4 4,9	120,2 5,5	16,8 2,4	79	7,2 0,4	24,2 4,6	120,4 5,1	16,6 2,4
II	93	8,2 0,4	26,4 5,1	125,7 5,8	16,6 2,5	83	8,2 0,4	29,0 7,2	127,1 6,0	17,8 3,4
III	72	9,2 0,5	31,2 6,3	132,8 5,5	17,6 2,8	57	9,3 0,5	33,0 8,9	132,9 6,9	18,5 3,5
IV	78	10,3 0,4	33,5 6,5	135,2 5,6	18,3 2,9	69	10,2 0,4	35,6 8,2	136,7 6,4	19,0 3,7
V	49	11,3 0,5	40,0 8,1	144,7 8,0	19,0 3,2	49	11,3 0,5	39,6 9,8	142,4 6,4	19,3 3,5

Tab. 2.7. Statistica descrittiva (media, *deviazione standard*) delle caratteristiche anagrafiche e antropometriche dei partecipanti allo studio suddivisi per classi di frequenza della Scuola Primaria. BMI, Body Mass Index.

Al variare dell'età, tutti i parametri antropometrici considerati aumentavano significativamente, come evidenziato dall'Analisi della Varianza fattoriale. I maschi erano più pesanti delle compagne e presentavano un maggiore BMI. L'effetto dell'età sulle variazioni di peso, statura e BMI era analogo nei due sessi (Tab. 2.8).

	Sesso	Età	Interazione
<b>Peso</b>	0,05	<0,01	NS
<b>Statura</b>	NS	<0,01	NS
<b>BMI</b>	0,01	<0,01	NS

Tab. 2.8. ANOVA. Fattore 1: sesso; fattore 2: età; interazione sesso x età. Gradi di libertà: sesso: 1, 587; età: 4, 587; interazione sesso x età: 4, 587. NS: non significativo  $p \geq 0,05$ .

#### 2.2.4.2 Baropodometria

La statistica descrittiva delle variazioni della lunghezza e della superficie della traccia del CoP, e delle velocità (VLL; VAP) di oscillazione posturale sono riassunte nelle Figure 2.8-2.11, mentre nella Tabella 2.9 sono riportati gli esiti dei test statistici eseguiti con ANOVA.

Le variazioni nel tempo delle proiezioni del baricentro nei maschi e nelle femmine, registrate con il test posturale, sono diminuite al crescere dell'età ( $p < 0,01$  per tutti i confronti eseguiti).

I maschi oscillavano in misura maggiore rispetto alle femmine (Fig. 2.8-2.11).

Al variare dell'età, le diminuzioni delle oscillazioni posturali erano analoghe nei maschi e nelle femmine (interazione sesso x per età,  $p > 0,05$ ; Tab. 2.9).

	<b>Sesso</b>	<b>Età</b>	<b>Interazione Sesso × Età</b>
<b>Score FBT</b>	0,01	<0,01	NS
<b>Lunghezza traccia</b>	<0,01	<0,01	NS
<b>Superficie traccia</b>	<0,01	<0,01	NS
<b>VLL</b>	<0,01	<0,01	NS
<b>VAP</b>	<0,01	<0,01	NS

Tab. 2.9. Test posturale e FBT. Livelli di significatività statistica (p) ottenuti con ANOVA. Fattore 1: sesso; fattore 2: età, interazione sesso x età.

Gradi di libertà: sesso: 1, 587; età: 4, 587; interazione sesso x età: 4, 587.

VLL, velocità laterolaterale; VAP, velocità anteroposteriore.

NS: non significativo  $p \geq 0,05$ .

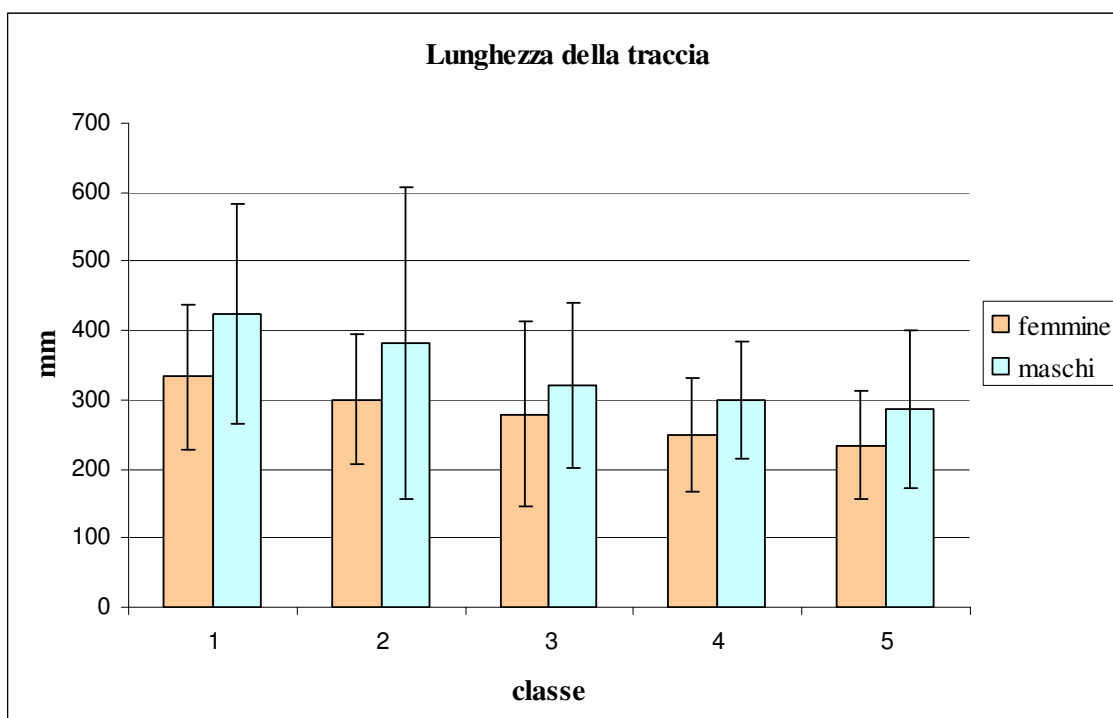


Fig. 2.8 Statistica descrittiva (media  $\pm$  deviazione standard) della lunghezza della traccia del CoP, nei due sessi, nelle diverse classi.

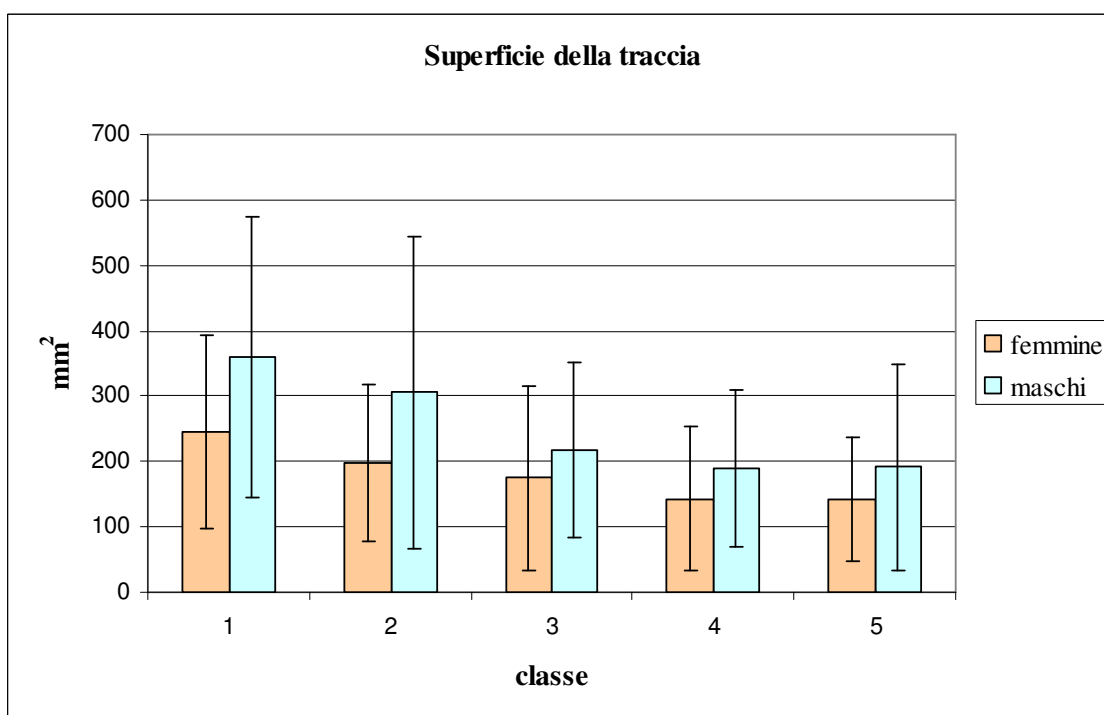


Fig. 2. 9. Statistica descrittiva (media  $\pm$  deviazione standard) della superficie della traccia del CoP, nei due sessi, nelle diverse classi.

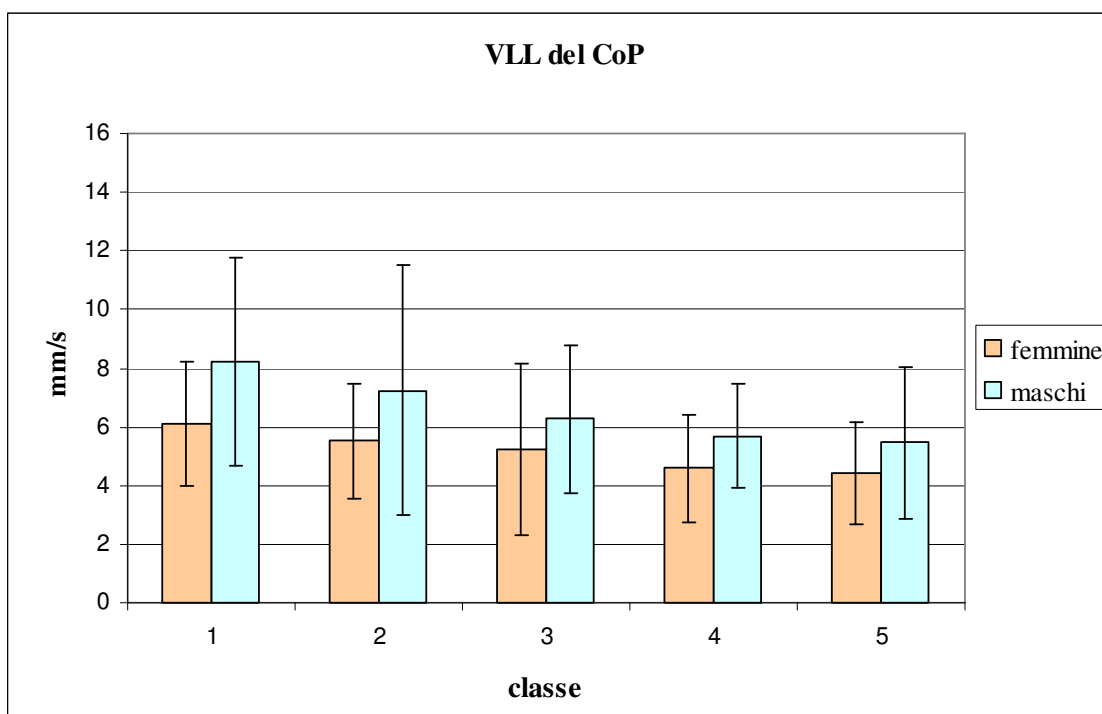


Fig. 2.10. Statistica descrittiva (media  $\pm$  deviazione standard) della velocità di oscillazione latero-laterale (VLL) del CoP, nei due sessi, nelle diverse classi.

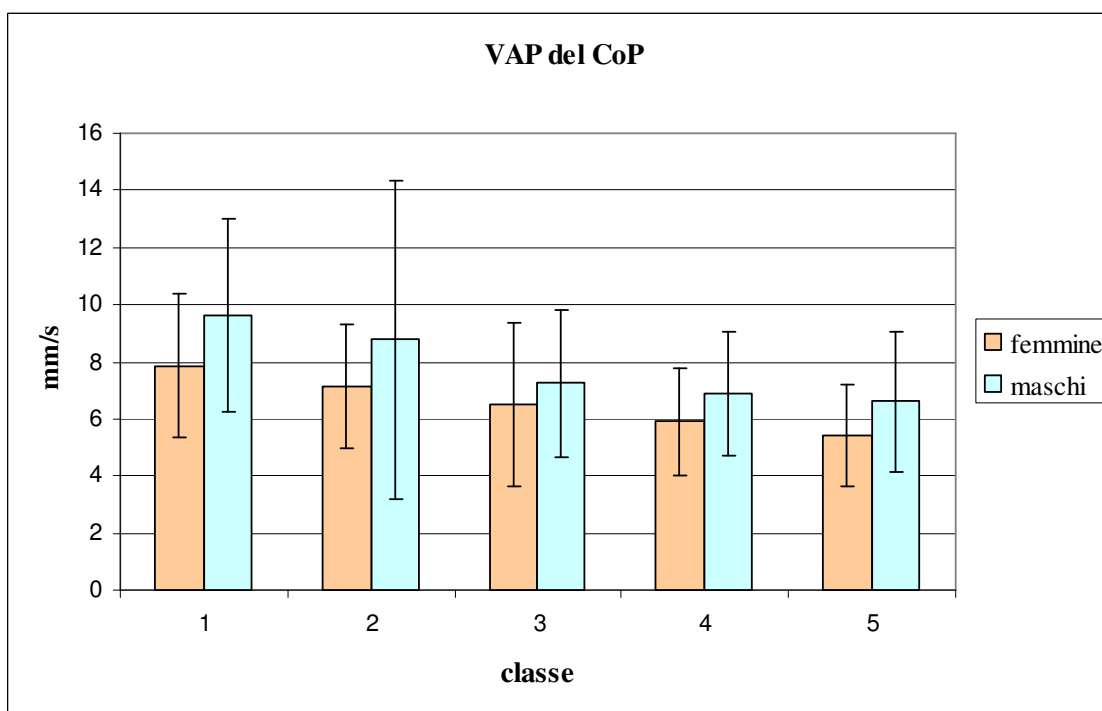


Fig. 2.11. Statistica descrittiva (media  $\pm$  deviazione standard) della Velocità di oscillazione antero-posteriore (VAP) del CoP, nei due sessi, nelle diverse classi.

### 2.2.4.3 Flamingo Balance Test

La statistica descrittiva del numero delle cadute registrate entro sesso e fascia di età (score FBT) è riassunta nella Figura 2.12. Il numero delle cadute registrate con il FBT è risultato significativamente minore nelle femmine che nei maschi ( $p=0,01$ , Fig. 2.12). Al variare dell'età, il numero delle cadute diminuiva in entrambi i sessi ( $p<0,01$ ). L'effetto dell'età sulla diminuzione dello score FBT è stato analogo sia nei maschi che nelle femmine (interazione sesso x età,  $p>0,05$ ; Tabella 2.9).

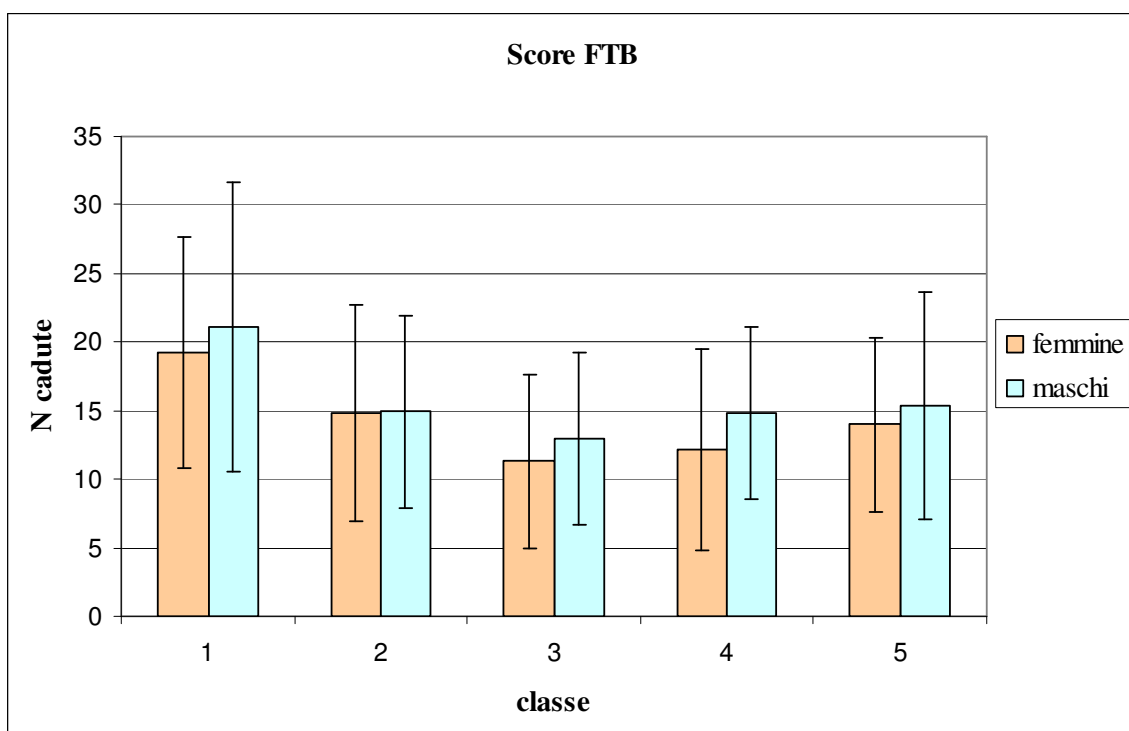


Fig. 2.12. Statistica descrittiva (media  $\pm$  deviazione standard) del numero delle cadute, nei due sessi e nelle diverse classi.

È stato inoltre effettuato il test di correlazione di Pearson (Tab. 2.10 e 2.11) per valutare se i due criteri di rilevazione, FBT e baropodometria, fossero sovrapponibili. In particolare, sono stati confrontati, per ogni genere e per ogni classe d'età, i punteggi del FBT con i quattro parametri baropodometrici (lunghezza e superficie della traccia, VLL, VAP).



Ne sono risultati dei valori di  $r$  che indicavano il grado di corrispondenza tra le due variabili, il cui valore massimo è  $r=1$ .

Nel complesso i parametri ricavati dall'indagine baropodometrica e quelli ottenuti dal Flamingo test non sono risultati particolarmente correlati. Nelle bambine della classe V è stata riscontrata una correlazione significativa fra la VLL ed il FBT, mentre nei bambini di classe IV è stata osservata una correlazione significativa fra la VAP ed il FBT (Tab. 2.10 e 2.11).

Classe	GDL	Lunghezza	Superficie	VLL	VAP
I	45	0.178	0.185	0.241	0.121
II	80	0.046	0.032	0.010	0.081
III	53	-0.097	-0.143	-0.143	-0.052
IV	69	0.146	0.051	0.161	0.118
V	40	0.250	-0.116	<b>0.299*</b>	0.167

Tab. 2.10. Correlazione di Pearson, valori di  $r$  calcolati per il campione femminile. \*  $p \leq 0,05$

Classe	GDL	Lunghezza	Superficie	VLL	VAP
I	58	0.101	0.209	0.090	0.104
II	68	0.130	0.123	0.089	0.145
III	50	-0.158	0,069	-0.063	-0.008
IV	61	0.179	0.169	-0.020	<b>0.295*</b>
V	44	-0.089	-0.031	-0.064	-0.118

Tab. 2.11. Correlazione di Pearson, valori di  $r$  calcolati per il campione maschile.\* $p \leq 0,05$ .

## 2.2.5 DISCUSSIONE

L'obiettivo dell'indagine baropodometrica trasversale nei bambini dai 6 ai 10 anni è stato quello di valutare l'oscillazione posturale e l'equilibrio dello stesso campione, in modo da verificare se la situazione antropometrica influisse sull'equilibrio e per valutare se i due metodi di rilevazione utilizzati fossero sovrapponibili.

In accordo con gli studi presenti in letteratura, in cui si sottolinea che il fenomeno della progressiva riduzione dell'attività fisica, già dall'età prescolare, causa un'involuzione dell'efficienza fisica in età pediatrica (Dolmann et al., 2005; Dawson et al., 2001; Malina et al., 1995), si è voluto prendere in considerazione un particolare aspetto della coordinazione motoria, rappresentato dalla postura e dall'equilibrio.

In questo studio si è potuto osservare (Fig. 2.8-2.11) che i maschi presentano una maggiore oscillazione posturale rispetto alle femmine, a tutte le età. Infatti nell'esecuzione del test posturale baropodometrico i bambini avevano dimostrato maggiori lunghezza e superficie della traccia del CoP e anche maggiore velocità di oscillazione rispetto alle bambine coetanee ( $p < 0.01$  per tutti i confronti eseguiti, Tab. 2.9).

Tali significative differenze fra i sessi potrebbero essere ascritte non tanto alla differenza di statura, che non era significativamente diversa tra i due sessi, quanto piuttosto alle differenti attività fisiche alle quali si dedicano maggiormente i bambini.

Essi, infatti, in misura minore rispetto alle bambine, gradiscono svolgere esercizi statici e con più interesse praticano sport di squadra (ad esempio: calcio, pallacanestro) con l'utilizzo della palla. Diversamente le bambine praticano, più dei maschi, sport nei quali le capacità di equilibrio statico e di controllo della postura vengono maggiormente stressati (ad esempio danza e ginnastica ritmica).

Inoltre si è notato come la stabilità tenda a migliorare al crescere dell'età (Fig. 2.10 e 2.11): ciò è possibile sia per il miglioramento delle capacità coordinative dovuto alla fisiologica evoluzione dell'apparato nervoso con l'arricchimento dei pattern motori (Rival et al. 2005), sia per lo sviluppo e l'integrazione dei vari sistemi afferenti alle varie età (Bair et al., 2007; Cherng et al., 2001; Horak et al., 1987; Peterka et al., 2002).

Oltre a ciò il miglioramento della stabilità posturale può essere allenamento-dipendente, infatti Sforza et al. (2003) hanno dimostrato che opportuni esercizi possono “allenare” il soggetto nel conseguimento di una maggiore capacità nel mantenersi stabilmente in stazione eretta.

Possiamo infine affermare che, con due confronti significativi, su un totale di quaranta eseguiti, non sia possibile considerare sovrapponibili il test FBT e il test posturale baropodometrico (Tab. 2.10 e 2.11). Infatti, la posizione monopodalica richiesta dal FBT sottoponeva i soggetti a perturbazioni intense, mentre la postura bipodalica assunta durante il test posturale baropodometrico era molto più stabile.

Il confronto tra le due tecniche quindi, non ha rilevato completamente la possibilità di poter accomunare i risultati, ma la stessa analisi può essere condotta utilizzando metodiche diverse. Forse sarebbe sufficiente somministrare il test posturale in appoggio monopodalico, invece che bipodalico, e correlare gli esiti differenti con quelli dello score FTB.

Concludendo, attraverso il metodo qui riportato, è stato possibile valutare l'oscillazione del CoP in ortostatismo e la capacità di equilibrio monopodalico in un ampio campione di bambini di entrambi i sessi.

Tali misurazioni sono state di semplice esecuzione, a costo relativamente basso e assolutamente non invasive.

## 2.3 COORDINAZIONE OCULO-SEGMENTARIA: INDAGINE TRASVERSALE

### 2.3.1 INTRODUZIONE

La coordinazione oculo-manuale nell'età evolutiva è una capacità fondamentale per la crescita globale del bambino.

È importante poter valutare ed oggettivare questa qualità, sia per conoscere più approfonditamente le modalità del suo sviluppo ed eventuali relazioni con altri fattori, sia in ambito scolastico per poter impostare un buon approccio didattico.

### 2.3.2 MATERIALI E METODI

Allo studio hanno partecipato 1121 studenti (583 maschi e 538 femmine), frequentanti la Scuola primaria del Comune di Voghera (PV), nell'anno scolastico 2011-12. I bambini avevano un'età compresa tra i sei e i dieci anni, riferita alla data dell'ultimo compleanno.

Di ogni studente sono stati rilevati il peso (con un'approssimazione di 0,1 kg) e la statura (con approssimazione di 0,5 cm) e calcolato il Body Mass Index. I soggetti sono stati sottoposti al test di coordinazione oculo-manuale.

#### 2.3.2.1 Il BMI-Body Mass Index

Di ciascun soggetto è stato calcolato il Body Mass Index fornito dal rapporto fra il peso e il quadrato della statura ( $\text{kg/m}^2$ ).

#### 2.3.2.2 Il test di coordinazione oculo-manuale

Di ogni soggetto è stato valutato il livello di coordinazione oculo-manuale, attraverso un apposito test (Grassi et al., 2005, 2006; Sforza et al., 1999). Due linee della lunghezza di 180 cm sono state tracciate a terra a una distanza di 9 m l'una dall'altra. Un cerchio di legno da

ginnastica ritmica del diametro di 80 cm è stato posto al centro di una di queste come bersaglio (Fig. 2.13).

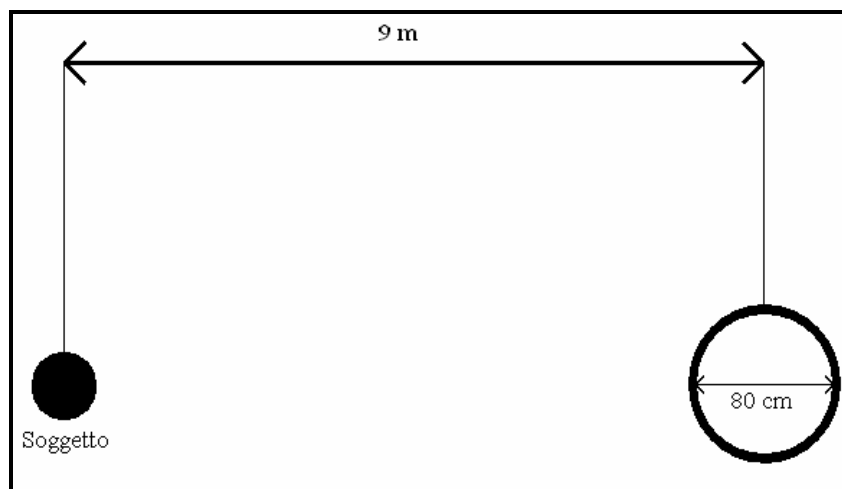


Fig. 2.13. Schema rappresentante il setting del test coordinativo.



Fig. 2.14. Test coordinativo: i soggetti lanciano la palla cercando di centrare un bersaglio posto a 9 metri di distanza.

Ciascun partecipante è stato posto dietro ad una linea tracciata sul pavimento, e davanti a lui, a nove metri di distanza da tale linea, è stato posizionato il centro di un cerchio di legno da ginnastica ritmica di 80 cm di diametro; l'obiettivo del soggetto era quello di lanciare con la mano dominante una palla da tennis nell'area delimitata dal cerchio, partendo da una posizione di stazione eretta e con modalità scelta liberamente (arto superiore che nella fase di volo passa sopra o sotto il capo) (Fig. 2.13 e 2.14).

Ciascun soggetto ha effettuato due serie consecutive da cinque lanci ciascuna. Di ogni serie sono stati conteggiati i bersagli ottenuti.

Tutti i partecipanti erano dotati di vista normale; lenti correttive sono state indossate da coloro i quali ne facevano comunemente uso.

### 2.3.3 ANALISI STATISTICA DEI RISULTATI

La statistica descrittiva (media e deviazione standard) di ciascuna misurazione effettuata (antropometria; test coordinativo) è stata calcolata entro sesso e fascia di età.

L'effetto dell'età e del sesso sulla variazione dei parametri antropometrici e coordinativi è stato calcolato con test statistico ANOVA.

Il livello di significatività statistica è stato posto al 5% per tutti i confronti eseguiti ( $p \leq 0,05$ ).

### 2.3.4 RISULTATI

#### 2.3.4.1 Antropometria

Tutte le caratteristiche antropometriche sono state raccolte in Tab. 2.12. I maschi risultano più pesanti, alti e con un BMI maggiore rispetto alle femmine in quasi tutte le fasce di età ( $p < 0,01$  per tutti i confronti eseguiti; Tab. 2.13).

All'aumentare dell'età variavano significativamente peso, statura e BMI in entrambi i sessi ( $p < 0,01$  in tutti i confronti; Tab. 2.13). L'effetto dell'età su tali variazioni era analogo nei maschi e nelle femmine ( $p > 0,05$ ).

	Femmine				Maschi			
Età aa	N°	Peso kg	Statura m	BMI kg/m <sup>2</sup>	N°	Peso kg	Statura m	BMI kg/m <sup>2</sup>
6	114	23,8 4,11	1,20 0,06	16,5 2,26	119	25,3 5,16	1,22 0,06	17,0 2,58
7	105	28,4 6,15	1,28 0,06	17,4 3,15	102	28,4 5,56	1,28 0,06	17,2 2,53
8	114	29,9 5,44	1,30 0,05	17,5 2,6	120	30,7 6,2	1,32 0,06	17,6 2,83
9	101	34,2 7,26	1,37 0,07	18,0 2,85	109	36,7 8,25	1,38 0,06	19,0 3,16
10	104	38,5 9,05	1,45 0,07	18,5 3,33	133	39,6 9,26	1,44 0,07	19,0 3,34
	538				583			

Tab. 2.12. Statistica descrittiva (media; *deviazione standard*) delle caratteristiche antropometriche nei due sessi alle diverse età. BMI, Body Mass Index.

	Peso	Statura	BMI
Sesso	<0,01	<0,01	0,012
Età	<0,01	<0,01	<0,01
Interazione sesso x età	NS	NS	NS

Tab. 2.13. Antropometria; valori di p del test ANOVA (analisi fattoriale della varianza a due vie). Fattore 1, sesso (1,1119 gdl, gradi di libertà); fattore 2, età (4,1119 gdl); interazione sesso x età (4,1119 gdl) per i parametri peso, statura e BMI. NS, non significativo ( $p > 0,05$ ).

### 2.3.4.2 Coordinazione oculo-manuale

Nella Tabella 2.14 sono riportati i risultati del test coordinativo, espressi come numero dei bersagli centrati nella prima serie, nella seconda e nel totale delle due.

	Femmine				Maschi			
Età aa	N°	I	II	totale	N°	I	II	totale
6	114	0,1 0,34	0,1 0,39	0,2 0,5	119	0,3 0,62	0,4 0,61	0,6 0,94
7	105	0,3 0,57	0,3 0,56	0,5 0,94	102	0,3 0,57	0,7 0,89	1 1,25
8	114	0,4 0,71	0,4 0,68	0,8 1,14	120	0,6 0,93	0,7 0,85	1,3 1,5
9	101	0,5 0,79	0,5 0,64	1,0 1,17	109	0,6 0,79	0,8 0,91	1,3 1,36
10	104	0,5 0,79	0,7 0,86	1,2 1,31	133	0,8 1,04	1,1 0,98	1,9 1,69
	538	0,4 0,64	0,4 0,63	0,7 1,01	583	0,5 0,79	0,7 0,85	1,2 1,35

Tab. 2.14. Statistica descrittiva (media; *deviazione standard*) del numero dei bersagli colpiti. I, prima serie; II, seconda serie.

Il numero dei soggetti che non hanno realizzato alcun centro in una delle due serie decresce in modo inversamente proporzionale all'età in entrambi i sessi ma in maniera più marcata per i maschi (Tab. 2.15).

	Femmine			Maschi		
Età aa	I serie	II serie	differenza	I serie	II serie	differenza
6 anni	93%	91%	-2%	81%	69%	-12%
7 anni	81%	78%	-3%	73%	55%	-18%
8 anni	75%	63%	-12%	58%	50%	-8%
9 anni	60%	57%	-3%	60%	48%	-12%
10 anni	62%	53%	-9%	51%	31%	-20%

Tab. 2.15. Percentuali dei soggetti che non hanno realizzato alcun centro.



All'aumentare dell'età variavano in maniera significativa i bersagli centrati per entrambi i sessi ( $p < 0,01$ ; Tab. 2.16). L'effetto dell'età su queste variazioni era simile sia nelle femmine che nei maschi ( $p > 0,05$ ).

All'interno delle fasce omogenee di età, per i maschi variavano in maniera significativa il numero di bersagli centrati tra la prima e la seconda serie ( $p < 0,01$ ; Tab. 2.17), mentre non sono state registrate differenze significative per le femmine ( $p > 0,05$ ).

	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>Lanci totali</b>
<b>Sesso</b>	<0,01	<0,01	<0,01
<b>Età</b>	<0,01	<0,01	<0,01
<b>Interazione sesso x età</b>	NS	NS	NS

Tab. 2.16. Test coordinativo. Confronti fra i sessi e le età nelle due serie di lanci (I, II) e nel totale di questi. Fattore 1, sesso (1,1119 gdl, gradi di libertà); fattore 2, età (4,1119 gdl); interazione sesso  $\times$  età (4,1119 gdl). NS, non significativo ( $p > 0,05$ ).

	<b>I / II femmine</b>	<b>I / II maschi</b>
<b>Serie</b>	NS	<0,01
<b>Età</b>	<0,01	<0,01
<b>Interazione serie x età</b>	NS	NS

Tab. 2.17. Test coordinativo. Confronto entro sesso fra i lanci della I e della II serie. Fattore 1, serie (1, 1119 gdl); fattore 2 età (4, 1119 gdl); interazione serie  $\times$  età (1, 1119 gdl). NS, non significativo ( $p > 0,05$ ).

### 2.3.5 DISCUSSIONE

I dati ottenuti dall'indagine trasversale sulla coordinazione oculo-segmentaria evidenziano un'influenza di sesso e di età, in modo concorde con studi svolti precedentemente (Grassi et al., 2005; 2006).

Osservando la distribuzione percentuale del numero di maschi e di femmine che non sono riusciti a centrare alcun bersaglio, si nota che tale percentuale decresce progressivamente con l'età sia in un sesso che nell'altro (Tab. 2.15).

I maschi hanno centrato mediamente un numero di bersagli maggiore rispetto alle femmine di pari età.

Analogamente, si è notato che a età maggiori aumenta il numero dei bersagli centrati, sia per i maschi che per le femmine (Tab. 2.14).

Il test ANOVA ha mostrato che nelle due serie distinte e nella globalità dei lanci esiste un'influenza significativa di sesso ed età, ma che l'effetto dell'età sulla capacità coordinativa oculo-segmentaria è analoga nei due sessi (Tab. 2.16).

Si può notare come l'effetto ripetizione per le femmine sia praticamente nullo (a parte per le classi di età di 8 e 10 anni), mentre per i maschi vi è notevole differenza tra le due serie in tutte le età (Tab. 2.14 e 2.17).

In realtà, essendo dimostrato che la coordinazione oculo-manuale dipende fortemente dall'allenamento (Gauthier et al., 1988; Seidler, 2004) e che più della similitudine tra allenamento e condizioni di trasferimento delle abilità conta la durata della somministrazione dell'informazione visiva (Elliott et al., 1995), è più probabile che la differenza di livello di coordinazione tra maschi e femmine e tra fasce di età diverse sia da ricercare non tanto in una certa predisposizione genetica presente in un sesso piuttosto che nell'altro, quanto in una maggiore attività fisica e abitudine ad una gestualità di un determinato tipo dei maschi rispetto alle femmine (Grassi et al., 2006).

In effetti i risultati del test ANOVA indicano che tra prima e seconda serie i maschi hanno migliorato in maniera significativa il gesto specifico, mentre per le femmine non esistono differenze significative tra le due serie; per entrambi i sessi ancora una volta è significativa l'influenza dell'età sulla prestazione (Tab. 2.16).

Questa evidenza può essere interpretata ipotizzando che soggetti con un livello maggiore di abilità rispondano in modo più efficace all'allenamento rispetto ad altri che devono ancora sviluppare competenze adeguate.

Da questo studio sembra che la coordinazione oculo-manuale sia particolarmente influenzata dal sesso (Tab. 2.17).

I dati raccolti in questo studio mostrano che essere maschi ha maggiore influenza rispetto all'allenamento.

### 3.0 CONCLUSIONI

Le diverse osservazioni ottenute dallo studio “Accrescimento corporeo e capacità coordinative nei bambini della scuola primaria” permettono di ipotizzare molteplici sviluppi.

Sarebbe auspicabile che l’analisi antropometrica longitudinale proseguisse nella stessa città, anche in anni successivi, monitorando i bambini in tutto il periodo dell’obbligo scolastico.

Sarebbe ipotizzabile, come sottolineato dalle linee guida nazionali ed internazionali, (WHO, 2004) lo sviluppo di un intervento integrato multifattoriale che, all’interno della scuola, ponga l’attenzione all’attività fisica ed all’educazione alimentare in collaborazione con le famiglie.

La correlazione di questi due fattori rappresenta infatti un’importante arma di prevenzione e le campagne informative di larga portata sono necessarie per aumentare la consapevolezza del problema in tutti i settori della società.

Le valutazioni posturali e dell’equilibrio potrebbero essere sviluppate in futuro tramite un’indagine, svolta longitudinalmente, ed ampliata ad un più numeroso campione di popolazione. Inoltre potrebbero essere adeguatamente studiati i possibili effetti dei diversi sport praticati, sulle variazioni delle oscillazioni posturali e sulle capacità di mantenimento dell’equilibrio in appoggio monopodalico.

Lo studio della coordinazione oculo-manuale è ampliabile tramite uno studio longitudinale che segua la crescita e valuti conseguentemente l’andamento della coordinazione del singolo individuo; inoltre sarebbe interessante confrontare i dati dell’equilibrio con quelli della coordinazione oculo-manuale, per valutarne eventuali correlazioni.

La precisione nel lancio della palla è correlata alla coordinazione motoria e strettamente legata alla coordinazione oculo-manuale, che è un aspetto della coordinazione motoria che controlla i movimenti guidati dalla vista.

Per questo motivo, questo studio è stato focalizzato sull'utilizzo di un test che possa essere applicato al contesto lavorativo con cui un Laureato in Scienze Motorie deve confrontarsi quotidianamente.

Il test sviluppato presso il Laboratorio di Anatomia Funzionale dell'Apparato Locomotore (LAFAL) del Dipartimento di Morfologia Umana e Scienze Biomediche "Città Studi" dell'Università degli Studi di Milano, corrisponde a tale profilo (Grassi et al., 2005; 2006; Sforza et al., 1999).

Esso è pratico e veloce in quanto non necessita di strumentazioni particolari; è economico, facilmente somministrabile e fornisce dati precisi e quantificabili.

Per queste ragioni tale test può essere adottato, sottoponendolo, ad un'ampia fascia di età, che comprende tutti gli alunni della scuola primaria, come valutazione iniziale, intermedia e finale di un'unità didattica scolastica, finalizzata all'apprendimento di questa capacità motoria, che come sempre più spesso è sottolineato dalle recenti linee guida (Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, 2011) è prerequisito fondamentale per la buona riuscita del gesto grafico.

## BIBLIOGRAFIA

1. Abrams RA, Meyer DE, Kornblum S. Eye-hand coordination: oculomotor control in rapid aimed limb movements. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, 1990, 16, 248-267.
2. Adamanzio il Sofista. *Physiognomonicum, idest, de naturae indiciiis cognoscendis*, IV sec. d.C..
3. Aires L, Mendonça D, Silva G, Gaya AR, Santos M P, Ribeiro JC, Mota J. A 3-Year Longitudinal Analysis of Changes in Body Mass Index. *International Journal of Sports Medicine*, 2010, 31, 133–137.
4. Anonimo. *De Physiognomica*, IV sec. d. C..
5. Aristotele. *Physiognomica*, IV sec. a. C..
6. Bair WN, Kiemel T, Jeka JJ, Clark JE. Development of multisensory reweighting for posture control in children. *Experimental Brain Research*, 2007, 183, 435-446.
7. Barnes GR, Marsden JF. Anticipatory control of hand and eye movements in humans during oculo-manual tracking. *The Journal of Physiology*, 2002, 539, 317-330.
8. Barron C, Comiskey C, Saris J. Prevalence rates and comparisons of obesity levels in Ireland. *British Journal of Nursing*, 2009, 18(13), 799-803.
9. Bielicki T, Waliszko H. Urbanization-dependent gradients in stature among Polish conscripts in 1976 and 1986. *American Journal Human Biology*, 1991, 3, 419-424.
10. Binsted G, Chua R, Helsen W, Elliott D. Eye-hand coordination in goal-directed aiming. *Human Movement Science*, 2001, 20, 563-585.
11. Boccardi S, Lissoni A. *Cinesiologia*. Società Editrice Universo, Roma, 1997.
12. Boddy LM, Hackett AF, Stratton G. Changes in BMI and prevalence of obesity and overweight in children in Liverpool, 1998-2006. *Perspect Public Health*, 2009, 129, 127-131.
13. Brambillasca M. La coordinazione oculo segmentaria: analisi trasversale nei bambini in età scolare. Corso di Laurea in Fisioterapia, Università degli Studi di Milano, Tesi di Laurea A.A. 2009-10, 2010.
14. Branca F, Nikogosian H, Lobstein T. The challenge of obesity in the WHO European Region and the strategies for response. Summary, Regional Office for Europe of the World Health Organization, 2007. Edizione italiana a cura di Centro Nazionale per la Prevenzione e il controllo delle Malattie (CCM) e Società Italiana di Nutrizione Umana (SINU), 2008.
15. Browne T. *Christian Morals*, 1675.
16. Browne T. *Religio Medici*, 1643.
17. Burns MS. Application of neuroscience to technology in stroke rehabilitation. *Top Stroke Rehabilitation* 2008, 15, 570-579.

18. Burrows AR, Ceballos SX, Burgueño MM, Muzzo BS. Trends in puberal development of school age children living in the Metropolitan Region of Chile. *Revista Medica de Chile*, 2010, 138, 61-67.
19. Caballero B. The global epidemic of obesity: an overview. *Epidemiologic Reviews* 2007, 29, 1-5.
20. Cacciari E, Milani S, Balsamo A, Dammacco F, De Luca F, Chiarelli F, Pasquino AM, Tonini G, Vanelli M. Italian cross-sectional growth charts for height, weight and BMI (6-20 y). *European journal of clinical nutrition* 2002, 56, 171-180.
21. Cacciari E, Milani S, Balsamo A, Spada E, Bona G, Cavallo L, Cerutti F, Gargantini L, Greggio N, Tonini G, Cicognani A. Italian cross-sectional growth charts for height, weight and BMI (2 to 20 yr). *Journal of endocrinological investigation*, 2006, 29, 581-593.
22. Cernerud L, Lindgren GW. Secular changes in height and weight of Stockholm schoolchildren born in 1933, 1943, 1953 and 1963. *Annals Human Biology*, 1991, 18, 497-505.
23. Cetti P, Moggi Cecchi J, Nicolini L. La variazione secolare della statura in Italia, le possibili cause. *Antropologia Contemporanea*, 1988, 11, 147-159.
24. Cherng RJ, Chen JJ, Su FC. Vestibular system in performance of standing balance of children and young adults under altered sensory conditions. *Perceptual & Motor Skills*, 2001, 93, 1167-1179.
25. Chiarelli B. On the secular trend of stature, a body-constitution interpretation. *Current Anthropology*, 1977, 18, 524-526.
26. Cilia, Bellucci, Riva, Venerucci. Eurofit. Istituto Superiore Statale di Educazione Fisica, Roma, 1995.
27. Coldwells A, Hare ME. The transfer of skill from short tennis to lawn tennis. *Ergonomics*, 1994, 37(1), 17-21.
28. Corchia C, Guercia A, Orzalesi M. La mortalità perinatale in Italia. *Prospettive in Pediatria*, 1979, 33, 5-14.
29. Currie C, Roberts C, Morgan A, Smith R, Settertobulte W, Samdal O, Barnekow RV. Young people's health in context. *Health Behaviour in School-aged Children (HBSC) study: international report from the 2001/2002 survey*. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, (Health Policy for Children and Adolescents), No. 4, 2004.
30. D' Hondt E, Deforche B, De Bourdeaudhuij I, Gentier I, Tanghe A, Shultz S, Lenoir M. Postural balance under normal and altered sensory conditions in normal-weight and overweight children. *Clinical Biomechanics*, 2011, 26, 84-89.
31. Danubio ME, De Simone M, Persichillo MR, Gruppioni G, Vecchi F. Accrescimento e stile di vita: studio trasversale su base di popolazione. *Italian Journal of Sport Science*, 2005, 12, 50-56.
32. Datar A, Sturm R Corporation. Childhood overweight and elementary school outcomes Santa Monica, CA, USA. *International Journal of Obesity*, 2006, 30, 1449-1460.

33. Dawson K, Hamlin M, Ross J, Duffy. Trends in the health-related physical fitness of 10-14 year old New Zealand children. *Journal of physical education New Zealand*, 2001, 34, 26-39.
34. Della Porta G. *De Humana Physiognomia*, 1586.
35. Della Porta G. *Della celeste fisionomia*, 1652.
36. Demoulin F. Secular trend in France. Edited by Bodzsar EB e Susanne C, *Secular growth changes in Europe*. Budapest: Eötvös University Press, 1998, 109-134.
37. Dollman J, Norton K, Norton L. Evidence for the secular trends in children's physical activity behaviour. *British journal of sports medicine*, 2005, 39, 892-897.
38. Dowling AM, Steele JR, Baur LA. Does obesity influence foot structure and plantar pressure patterns in prepubescent children? *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 2001, 25, 845-852.
39. Elliott D, Chua R, Pollock BJ, Lyons J. Optimizing the use of vision in manual aiming: the role of practice. *The Quarterly journal of experimental psychology. A Human Experimental Psychology*, 1995, 48, 72-83.
40. Eurofit. *Eurofit, Tests of Physical Fitness*. Strasbourg, 1993.
41. Eveleth PB, Tanner JM. *Worldwide variation in human growth*. Cambridge University Press, 1990.
42. Fabris SM, Valezi AC, Fabris de Souza SA, Faintuch J, Cecconello I, Pedroni M Jr. Computerized Baropodometry in Obese Patients. *Obesity Surgery*, 2006, 16, 1574-1578.
43. Facchini F, Gualdi-Russo E. Secular anthropometric changes in a sample of Italian adults. *Journal Human Evolution*, 1982, 11, 703-714.
44. Floris G, Sanna E. Effetti dell'esogamia ed eterosi in un campione di donne sarde. *Seminario di Scienze Antropologiche*, 1982, 4, 7-9.
45. Floris G, Sanna E. Some aspects of the secular trends in Italy. *Secular growth changes in Europe*. Eds. Budapest: Eötvös University Press, 1998, 207-232.
46. Friedenthal H. *Allgemeine und spezielle Physiologie des Menschenenwachstums*. Berlin, J. Springer, 1914.
47. Furukawa T. A multivariate analysis of the relation between health and social indicators. *Symposium proceedings "The social impact of advanced technology"*, May 1982, *Discoveries International Symposium Ohio State University*, 1982, 217-251.
48. Gauthier GM, Vercher JL, Mussa Ivaldi F, Marchetti E. Oculo-manual tracking of visual targets: control learning, coordination control and coordination model. *Experimental Brain Research* 1988, 73, 127-137.
49. Gavrilovic Z. Les variations en stature et en poids des enfants d'age scolaire de Vrsac et des villages environnants. *Bulletin et Memoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, 1983, 10, 25-30.



50. Ghez C, Sainburg R. Proprioceptive control of interjoint coordination. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 1995, 73, 273-284.
51. Grassi GP, Turci M, Boratto R, Magnani B, Tazzi A. Somatic growth in children: a cross-sectional investigation on primary school pupils from Voghera (Pavia, Italy). *Italian Journal of Anatomy and Embryology*, 2006, 111, S130.
52. Grassi GP, Turci M, Sforza C. Tra occhio e mano. *Sport & Medicina*, 2005, 22, 51-55.
53. Grassi GP, Turci M, Shirai YF, Sforza C. Transfer of training between two ball throwing tasks. *Perceptual and Motor Skills*, 2006, 102, 19-28.
54. Graziano MS. Is reaching eye-centered, body-centered, hand-centered, or a combination? *Reviews in the Neurosciences*, 2001, 12, 175-185.
55. Greil H. Urbanization and heavy physical work as influencing factors on physiques. *Collegium Antropologicum*, 1991, 15, 123-129.
56. Gynesis G. Height and weight of Hungarian students. *Antropologia Contemporanea*, 1980, 3, 493-498.
57. Helmuth H. Anthropometry and the secular trend in growth of Canadians. *Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie*, 1983, 74, 75-90.
58. Henneberg M, van den Berg ER. Test of socioeconomic causation of secular trend, stature changes among favored and oppressed South Africans are parallel. *American Journal of Physical Anthropology*, 1990, 83, 459-465.
59. Henriques DY, Crawford JD. Role of eye, head and shoulder geometry in the planning of accurate arm movements. *Journal of Neurophysiology*, 2002, 87, 1677-1685.
60. Hesketh KD, Campbell KJ. Interventions to prevent obesity in 0-5 year olds: an updated systematic review of the literature. *Obesity*, 2010, 18, 27-35.
61. Horak FB. Clinical measurement of postural control in adults. *Physical Therapy*, 1987, 67, 1881-1885.
62. Horstmann A, Hoffmann KP. Target selection in eye-hand coordination: Do we reach to where we look or do we look to where we reach? *Experimental Brain Research*, 2005, 167, 187-195.
63. Houwen S, Visscher C, Lemmink KA, Hartman E. Motor skill performance of school-age children with visual impairments. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 2008, 50, 139-145.
64. Hulse F.S. A brief history of studies in plasticity. *American Journal of Physical Anthropology*, 1981, 56, 495-501.
65. Hulse FS. Exogamie et hétérosis. *Archives suisses d'anthropologie générale*, 1957, 22, 103-125.
66. ISTAT (Istituto Italiano Nazionale di Statistica). Eccesso di peso nell'infanzia e nell'adolescenza. Atti convegno ISTAT, settembre 2002.

67. ISTAT (Istituto Italiano Nazionale di Statistica). Indagine condizioni di salute, fattori di rischio e ricorso ai servizi sanitari, 2005.
68. ISTAT (Istituto Italiano Nazionale di Statistica). Informazione statistica e politiche per la promozione della salute. Atti del Convegno Informazione statistica e politiche per la promozione della salute, Roma, settembre 2005. Roma, 2005, 25-44.
69. ISTAT (Istituto Italiano Nazionale di Statistica). L'Italia in cifre, 2011.
70. Istituto Superiore di Sanità Italiano. OKkio alla SALUTE: sintesi dei risultati, 2010.
71. Istituto Superiore di Sanità Italiano. OKkio alla SALUTE: sistema di sorveglianza su alimentazione e attività fisica nei bambini della scuola primaria. Risultati, 2008.
72. Ku LC, Shapiro LR, Crawford PB, Huenemann RL. Body composition and physical activity in 8-year-old children. *American Journal of Clinical Nutrition*, 1981, 34, 2770-2775.
73. Kubik MY, Story M, Davey C. Obesity prevention in schools: current role and future practice of school nurses. *Preventive Medicine*, 2007, 44, 504-507.
74. Lavater JK. Frammenti fisiognomici, 1778.
75. Lavater JK. L'arte di studiare la fisionomia, 1772.
76. Lisberger SG, Morris EJ, Tychsen L. Visual motion processing and sensory-motor integration for smooth pursuit eye movements. *Annual Review of Neuroscience*, 1987, 10, 97-129.
77. Lissner L, Sohlstrom A, Sundblom E, Sjoberg A. Trends in overweight and obesity in Swedish schoolchildren 1999-2005: has the epidemic reached a plateau? *Obesity reviews* 2010, 11, 553-559.
78. Livi R. Antropometria. Ulrico Hoepli Milano, 1900.
79. Lobstein T, Baur L, Uauy R. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obesity Reviews*, 2004, 5, 4-104.
80. Lombroso C. L'uomo delinquente studiato in rapporto all'antropologia, alla medicina legale ed alle discipline carcerarie, 1876.
81. Malina RM, Beunen GP, Classens AL, Lefevre J, Vanden Eynde BV, Renson R, Vanreusel B, Simons J. Fatness and physical fitness of girls 7 to 17 years. *Obesity Research*, 1995, 3, 221-231.
82. Malina RM. Research on secular trend in auxology. *Anthropologischer Anzeiger*, 1990, 48, 209-227.
83. Martin R. Lehrbuch der Anthropologie. Jena, 1928.
84. Masali M, Venturini C. Anomalie nell'accrescimento dei giovani piemontesi nati nel periodo bellico (1940-1945). *Medicina Sociale*, 1964, 14, 375-379.

85. Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca Italiano, Dipartimento per l'Istruzione, Direzione Generale per lo Studente, l'Integrazione, la Partecipazione e la Comunicazione. Linee Guida per il diritto allo studio degli alunni e degli studenti con disturbi specifici dell'apprendimento, allegate al D.M. 12 Luglio 2011.
86. Ministero della Salute della Repubblica Italiana -Direzione Generale dei Rapporti internazionali e delle Politiche comunitarie. Atti Conferenza sull'obesità, una sfida per l'Unione Europea, 2002.
87. Mladovsky P, Allin S, Masseria C. Health in the European Union. Trends and analysis. WHO-European Observatory on Health Systems and Policies. Observatory Studies Series N°19, 2009.
88. Monyeki MA, Koppes LL, Kemper HC, Monyeki KD, Toriola AL, Pienaar AE, Twisk JW. Body composition and physical fitness of undernourished South African rural primary school children. European Academy of Nutritional Sciences, 2005, 59, 877-883.
89. Must A, Strauss RS. Risk and consequences of childhood and adolescent obesity. International Journal of Obesity, 1999, 23, 2-11.
90. Nigro S. Oscillazione posturale in età scolare: indagine trasversale nei bambini della Scuola primaria. Corso di Laurea in Fisioterapia, Università degli Studi di Milano, Tesi di Laurea A.A. 2007-08, 2008.
91. Nihiser AJ, Lee MS, Wechsler H, McKenna M, Odom E, Reinold C, Thompson D, Grummer-Strawn L. BMI measurement in schools. Pediatrics, 2009, 1, 89-97.
92. Nihiser AJ, Lee SM, Wechsler H, McKenna M, Odom E, Reinold C, Thompson D, Grummer Strawn L. BMI measurement in schools. Pediatrics, 2007, 77, 651-671.
93. Nikityuk BA, Filippov VI. Heterosis as one of the factors of acceleration of growth and development. Journal of Human Evolution, 1977, 6, 745-749.
94. OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). Obesity and the Economics of Prevention. Fit not fat, 2010.
95. OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). The Obesity Epidemic: Analysis of Past and Projected Future Trends in Selected OECD Countries. OECD Health Working Paper, 2009, n. 45.
96. Oliver G. The increase of stature in France. Journal Human Evolution, 1980, 9, 645-649.
97. Olivier G, Chamla MC, Devigne G, Jacquard A. L'accroissement de la stature en France I- L'accélération du phénomène. Bulletin et Memoires de la Societe d'Anthropologie de Paris, 1977, 3, 197-204.
98. Pellegrino G, Fadiga L, Fogassi L, Gallese V, Rizzolatti G. Understanding motor events: a neurophysiological study. Experimental Brain Research, 1992, 91, 176-180.
99. Pelz J, Hayhoe M, Loeber R. The coordination of eye, head, and hand movements in a natural task. Experimental Brain Research, 2001, 139, 266-277.
100. Peterka RJ. Sensorimotor integration in human postural control. Journal of Neurophysiology, 2002, 88, 1097-1118.

101. Pfeiffer M, Kotz R, Ledl T, Hauser G, Sluga M. Prevalence of flatfoot in preschool-aged children. *Pediatrics*, 2006, 118, 634-639.
102. Poincaré JH. *La scienza e l'ipotesi*. La Nuova Italia, Firenze, 1950.
103. Polemone di Laodicea. *De Physiognomonica*, II sec. a.C..
104. Puccini P, Perfetti C. *L'intervento riabilitativo nel bambino affetto da paralisi cerebrale infantile*. Ed. Marrapese, Roma, 1987.
105. Quételet A. *Anthropométrie ou Mesure des différentes facultés de l'homme*, 1870.
106. Riddiford-Harland DL, Steele JR, Storlien LH. Does obesity influence foot structure in prepubescent children? *International Journal of Obesity*, 2000, 24, 541-544.
107. Rival C, Ceyte H, Olivier I. Developmental changes of static standing balance in children. *Neuroscience letters*, 2005, 11, 376, 133-136.
108. Sallis JF, Prochaska JJ, Taylor WC. A review of correlates of physical activity of children and adolescents. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2000, 32, 963-975.
109. Sanna E. Secular trend in Italy. *Antropo*, 2002, 3, 23-49.
110. Sarlegna FR, Sainburg RL. The roles of vision and proprioception in the planning of reaching movements. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 2009, 629, 317-335.
111. Scarchilli K, Vercher JL, Gauthier GM, Cole J. Does the oculo-manual co-ordination control system use an internal model of the arm dynamics? *Neuroscience Letters*, 1999, 265, 139-142.
112. Schmitt LH, Harrison GA, Mascie-Taylor CGN. Marital distance and child variability. *Annals of Human Biology*, 1991, 18, 121-126.
113. Schreider E. L'influence de l'hétérosis sur les variations staturales. *L'Anthropologie*, 1968, 72, 279-296.
114. Seidler RD. Multiple motor learning experiences enhance motor adaptability. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2004, 16, 65-73.
115. Sforza C, Grassi GP, Dugnani S, Mauro F, Ferrario VF. Regional Differences in anthropometric variables in children from Lombardy, Italy. *Acta Medica Auxologica*, 1999, 31, 3, 143-154.
116. Sforza C, Grassi GP, Turci M, Fragnito N, Pizzini G, Ferrario VF. Influence of training on maintenance of equilibrium on a tilting platform. *Perceptual and motor skills*, 2003, 96, 127-136.
117. Sobral F. Secular changes in stature in Southern Portugal between 1930 and 1980 according to conscript data. *Human Biology*, 1990, 62, 491-504.
118. Speiser PW, Rudolf MCJ, Anhalt H, Camacho-Hubner C, Chiarelli F, Eliakin A. Consensus statement: childhood obesity. *Journal of clinical endocrinology & metabolism*, 2005, 90, 1871-1887.

119. Spinelli A, Lamberti A, Baglio G, Andreozzi S, Galeone D. OKkio alla SALUTE: sistema di sorveglianza su alimentazione e attività fisica nei bambini della scuola primaria. Risultati 2008. Istituto Superiore di Sanità Italiano, 2009.
120. Stratz C. *Naturgeschichte des Menschen*. Ferdinand Enke, Stuttgart, 1904.
121. Stuphorn V, Bauswein E, Hoffmann KP. Neurons in the primate superior colliculus coding for arm movements in gaze related coordinates. *Journal of Neurophysiology* 2000, 83, 1283-1299.
122. Susanne C, Bodzsar EB. *Patterns of secular change of growth and development*. Eötvös University Press, Budapest, 1998.
123. Tanner JM. The secular trend towards earlier physical maturation. *Tijdschrift voor Sociale Geneeskunde*, 1966, 44, 524-538.
124. Tardy-Gervet MF, Gilhodes JC, Roll JP. Induction of illusory limb movement as a means of studying sensorimotor interactions in the eye-arm system. *Brain, Behavior and Evolution* 1989, 33, 165-170.
125. Taylor ED, Theim KR, Mirch MC, Ghorbani S, Tanofsky-Kraff M, Adler-Wailes DC. Orthopedic complications of overweight in children and adolescents. *Pediatrics*, 2006, 117, 2167-2174.
126. Tinajas A, Tinajas JV. Aspectos prácticos del tratamiento de la obesidad infantil. *Apunts medicine de l'esport*, 1997, 117, 117-134.
127. Toschke AM, Beyerlein A, Diger von Kries R. Children at high risk for overweight: a classification and regression trees analysis approach. *Obesity Research*, 2005, 13, 1270–1274.
128. Toselli S, Graziani I, Taraborelli T. Studio delle variazioni auxologiche di alcuni parametri somatometrici in bambini delle scuole elementari di L'Aquila. *Antropologia Contemporanea*, 1996, 19, 117-123.
129. Toselli S, Gruppioni G. Variazioni antropometriche e secular trend in soggetti di età compresa tra 6 e 14 anni. *Rivista di Antropologia*, 2001, 79, 143-158.
130. Turci M, Ferrara VG, Viani MB, Grassi GP. Body sway and hindfoot alignment in healthy adolescents. *Atti del convegno SISMES (Società Italiana delle Scienze Motorie e Sportive)*, settembre 2010.
131. Turci M, Grassi GP, Sforza C. Anthropometric variables in high-school students in Northern Italy during a school year. *Acta Medica Auxologica*, 1997, 29, 2, 87-99.
132. Turci M, Shirai YF, Grassi GP, Lovecchio N, Sforza C. Oscillazione posturale in soggetti sani: effetto dell'età. *Ortho* 2000, 2003, 5, 27-31.
133. Van Donkelaar P, Staub J. Eye-hand coordination to visual versus remembered targets. *Experimental Brain Research*, 2000, 133, 414-418.
134. Vegezio FR. *L'arte della guerra*. Bur, 2001.

135. Vercher JL, Gauthier GM, Cole J, Blouin J. Role of arm proprioception in calibrating the arm-eye temporal coordination. *Neuroscience Letters*, 1997, 237, 109-112.
136. Verrel J, Bekkering H, Steenbergen B. Eye-hand coordination during manual object transport with the affected and less affected hand in adolescents with hemiparetic cerebral palsy. *Experimental Brain Research*, 2008, 187, 107-116.
137. Wang Y, Lobstein T. Worldwide trends in childhood overweight and obesity. *International Journal of Pediatric Obesity*, 2006, 1, 11-25.
138. Wearing SC, Hennig EM, Byrne NM, Steele JR, Hills AP. The impact of childhood obesity on musculoskeletal form. *Obesity Reviews*, 2006, 7, 209-218.
139. Werner W. Neurons in the primate superior colliculus are active before and during arm movements to visual targets. *The European Journal of Neuroscience*, 1993, 5, 335-340.
140. Whitney D, Goodale MA. Visual motion due to eye movement helps guide the hand. *Experimental Brain Research*, 2005, 162, 394-400.
141. Whitney D, Westwood DA, Goodale MA. The influence of visual motion on fast reaching movements to a stationary object. *Nature*, 2003, 423, 869-873.
142. WHO (World Health Organization). *Global Infobase*, 2010.
143. WHO (World Health Organization). *Global strategy on diet, physical activity and health*. World Health Organization, 2004.
144. WHO (World Health Organization). *HBSC (Health Behaviour in School-aged Children) International Report from the 2005-2006 survey*, 2008.
145. WHO (World Health Organization). *HBSC (Health Behaviour in School-aged Children) International Report from the 2009-2010 survey*, 2012.
146. WHO (World Health Organization). *The World Health Report*. World Health Organization, 2004.
147. Wolanski N. Secular changes in child growth and development. *Proceedings of the V Congress of the European Anthropological Association*, 1988, 1, 299-306.
148. Wolanski N. Secular changes in contemporary man. *Antropologia Contemporanea*, 1980, 3, 427-450.
149. Wolanski N. Secular trend, secular changes, or long-term adaptional fluctuations? *Acta Medica Auxologica*, 1985, 17, 7-19.
150. Yamamoto N, Yanagi H, Ito Y, Inoue Y, Tanaka K, Wada T, Ishii T. Dynamic and Static Ability of Balance and Postural Control in Japanese Obese Children. *International Federation for Medical and Biological Engineering*, 2010, 31, 258-261.
151. Yngve A. Intake of fruit and vegetables in European children and their mothers, folate intake in Swedish children and health indicators – Overweight, plasma homocysteine levels and school performance [dissertation]. Stockholm, Karolinska University Press, 2005.

152. Yoshinaga M, Shimago A, Noikura Y, Kinou S, Ohara T. Bodyfat percentage in girls increased steadily with age and percentile rank of body mass index. Japan Pediatric Society, 2002, 44, 149-152.
153. Zhang L, Fos PJ, Johnson WD, Kamali V, Cox RG, Zuniga MA, Kittle T. Body mass index and health related quality of life in elementary school children: a pilot study. Health and Quality of Life Outcomes, 2008, 9, 6-77.

## SITOGRAFIA

1. CCM (Centro italiano nazionale per la prevenzione e il controllo delle malattie), Agenzia regionale di sanità della Toscana, Dossier EBP e obesità. Efficacia degli interventi per la prevenzione dell'obesità nei bambini e negli adolescenti, 2010. ([http://www.ccm-network.it/documenti\\_Ccm/pubblicazioni/Ebp-obesita\\_2010](http://www.ccm-network.it/documenti_Ccm/pubblicazioni/Ebp-obesita_2010)).
2. OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità). Media centre Obesity and overweight. Fact sheet N° 311, May 2012 (<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/index.html>).
3. Treccani. Enciclopedia (<http://www.treccani.it/>).
4. WHO (World Health Organisation) Global Infobase, 2010. (<https://apps.who.int/infobase/Index.aspx>).

## ***Ringraziamenti***

*Ringrazio di cuore i docenti della Scuola di Dottorato in Scienze Morfologiche dell'Università degli Studi di Milano, in particolare la mia tutor Prof.ssa Chiarella Sforza, per il suo continuo supporto; i Prof. ri Michela Turci e Gian Piero Grassi, che tanto mi hanno dato sia professionalmente che personalmente.*

*Ringrazio, inoltre, tutti i docenti dell'Università degli Studi di Pavia, Corso di Laurea in Scienze Motorie, che mi hanno permesso di realizzare questo percorso di studi.*

*Un “Grazie” anche a tutti i colleghi del LAM.*

*E grazie alla mia famiglia, che in questi tre anni è stata sempre presente.*